


ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:
SS. 318 DI “VALFABBRICA”. TRATTO PIANELLO – VALFABBRICA
SS. 76 “VAL D’ESINO”. TRATTI FOSSATO VICO – CANCELLI E ALBACINA – SERRA SAN QUIRICO
“PEDEMONTANA DELLE MARCHE”, TRATTO FABRIANO – MUCCIA – SFERCIA

PROGETTO ESECUTIVO

CONTRAENTE GENERALE: 	<i>Il responsabile del Contraente Generale:</i> Ing. Federico Montanari	<i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i> Ing. Salvatore Lieto
--	--	---

PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese
Mandataria:

			
--	--	---	--

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'ATI Ing. Antonio Grimaldi GEOLOGO Dott. Geol. Fabrizio Pontoni COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Michele Curiale			
---	---	--	---

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Giulio Petrizzelli		
--	--	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni Muri di Sostegno-Sottoscarpa in DX da 7+007.25 a 7+104.72 Relazione tecnica e di calcolo	SCALA: DATA: <p style="text-align: center;">Maggio 2017</p>
--	---

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 23-12-2015)

Codice Elaborato:	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.
	L 0 7 0 3	2 1 2	E	1 7	O S 0 4 0 0	R E L	0 1	A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
A	Maggio 2017	Emissione per Validazione RINA	PROGIN	PROGIN	S. LIETO	A.GRIMALDI

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 2 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

I N D I C E

1. GENERALITA'	4
1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE	4
2. UNITA' DI MISURA	5
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	6
4.1 RESISTENZE DI PROGETTO.....	6
4.1.1 Calcestruzzo paramento muri C25/30.....	6
4.1.2 Calcestruzzo C32/40.....	7
4.1.3 Acciaio di armatura B450C	7
5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	8
5.1 CAPACITA' PORTANTE DEI PALI.....	8
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	12
7. VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI	14
7.1 VERIFICA SLE	14
7.2 VERIFICHE ALLO SLU	16
8. CRITERI DI ANALISI E VERIFICA DEI MURI DI SOSTEGNO	21
8.1 STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI CALCOLO AI SENSI DM 14.01.08.....	21
8.2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE.....	22
8.2.1 Verifica allo scorrimento	22
8.2.2 Verifica a carico limite	25
8.2.3 Verifica al Ribaltamento	27
8.3 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....	29
8.3.1 Richiami teorici ed impostazione delle analisi	29
8.3.2 Il metodo di BISHOP	31
8.3.3 Prescrizioni del DM 14-01-08.....	31
8.3.4 Stabilità di opere di materiali sciolti e fronti di scavo	31
8.3.5 Verifiche in fase sismica	32
9. ANALISI DEI CARICHI	34
9.1 CARICHI FISSI.....	34
9.2 SPINTE DEL TERRENO.....	34
9.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI.....	35
9.4 AZIONI ECCEZIONALI (URTO VEICOLO IN SVIO).....	37
9.5 AZIONI SISMICHE.....	38
9.5.1 Forze d'inerzia	40
9.5.2 Effetti sismici sulle spinte del terreno	40
9.5.3 Effetti dell' Azione sismica sulla falda	40
10. COMBINAZIONI DI CALCOLO	41
11. RISULTATI ANALISI E VERIFICHE	43
11.1 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI SOSTEGNO TIPO 1	43
11.2 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI SOSTEGNO TIPO 2A	51
11.3 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI SOSTEGNO TIPO 2B.....	62
11.4 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI SOTTOSCARPA TIPO 3A.....	73

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 3 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

11.5 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI SOTTOSCARPA TIPO 3B 83

11.6 VERIFICA LOCALE DEL CORDOLO PER AZIONI D'URTO 94

ALLEGATO..... 96

TABULATI DI CALCOLO MURO SOSTEGNO TIPO 1 96

ALLEGATO..... 151

TABULATI DI CALCOLO MURO SOSTEGNO TIPO 2A..... 151

ALLEGATO..... 195

TABULATI DI CALCOLO MURO SOSTEGNO TIPO 2B 195

ALLEGATO..... 239

TABULATI DI CALCOLO MURO SOTTOSCARPA TIPO 3A..... 239

ALLEGATO..... 283

TABULATI DI CALCOLO MURO SOTTOSCARPA TIPO 3B 283

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 4 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

1. GENERALITA'

Nell'ambito dei lavori di completamento della direttrice Perugia – Ancona “Pedemontana delle Marche”: Sub Lotto 2.2 Tratto Fabriano – Muccia Sfercia, è prevista la realizzazione di muri in destra situati tra Pk 7+007 e Pk 7+104. Nella presente relazione viene riportato il dimensionamento, le analisi e le verifiche strutturali e geotecniche delle opere.

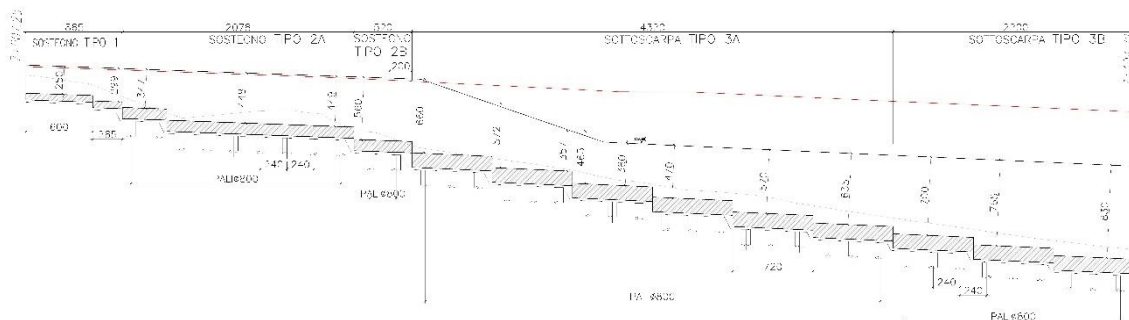
1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Nella seguente tabella vengono riassunte le caratteristiche geometriche dei muri in oggetto:

Lato	Pk. IN (Km)	Pk. FIN (Km)	Descrizione	Denominazione
DX	7+007	7+104	Muro di sostegno con fondazione diretta	Sostegno Tipo 1
			Muro di sostegno su 2 file e di pali allineati	Sostegno Tipo 2A
			Muro di sostegno su 2 file di pali allineati	Sostegno Tipo 2B
			Muro di sottoscarpa su 3 file di pali allineati	Sottoscarpa Tipo 3A
			Muro di sottoscarpa su 3 file di pali allineati	Sottoscarpa Tipo 3B

Denominazione	Hmax [m]	Lfond [m]	Sfond. [m]	n° Pali (Allineati)	Lpali [m]
Sostegno TIPO 1	3	3.8	0.6	-	-
Sostegno TIPO 2A	4.5	4.5	1.0	2	14
Sostegno TIPO 2B	6.4	5.6	1.0	2	16
Sottoscarpa TIPO 3A	6.6	6.5	1.3	3	18
Sottoscarpa TIPO 3B	8.3	6.5	1.3	3	20

Di seguito si riportano a titolo indicativo pianta e profilo dei muri in esame:



Profilo longitudinale

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento.



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 5 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

2. UNITA' DI MISURA

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

per le lunghezze	⇒ m, mm
per i carichi	⇒ kN, kN/m ² , kN/m ³
per le azioni di calcolo	⇒ kN, kNm
per le tensioni	⇒ MPa

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella redazione del progetto esecutivo si è fatto riferimento ai seguenti documenti normativi.

- D.M. 14/01/2008.
Norme tecniche per le costruzioni (NTC).
- Circolare del 02/02/2009.
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/01/2008.
- UNI EN1993 -1-1.
EUROCODICE 2, parte 1.1. Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN1993 -1-1.
EUROCODICE 3, parte 1.1. Progettazione delle strutture in acciaio. Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN1993 -1-2.
EUROCODICE 3, Parte 2. Progettazione delle strutture in acciaio. Ponti di acciaio.
- UNI EN 1998-1.
EUROCODICE 8, parte 1. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
- UNI EN 1998-2.
EUROCODICE 8, parte 2. Ponti.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 6 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Per quanto riguarda la qualità e resistenza dei materiali utilizzati per le strutture dell'impalcato si rimanda alla relazione di calcolo specifica. Per la realizzazione delle sottostrutture sono stati previsti i seguenti materiali.

Per i controlli si fa riferimento a quanto previsto dal DM 14/01/2008

Tabella – Calcestruzzi: classi di resistenza, classi di esposizione e specifiche

Elemento	Classe	Classe di Esposizione	a/c	Tipi di cementi	Quantitativo di cemento [kg/m ³]	Classi di consistenza
Calcestruzzo per magrone di fondazione	C12/15	-	-	CEM III-IV	-	-
Calcestruzzo per strutture in Elevazione	C25/30	XC2	0.5	CEM III-IV	300	S4
Calcestruzzo armato fondazione	C32/40	XA2	0.5	CEM III-IV	360	S4

Per le barre d'armatura del calcestruzzo si utilizza acciaio ad aderenza migliorata B450C.

4.1 RESISTENZE DI PROGETTO

4.1.1 Calcestruzzo paramento muri C25/30

- $R_{ck} = 30$ MPa resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
- $f_{ck} = 24.9$ MPa resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.9$ MPa resistenza cilindrica valore medio
- $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56$ MPa resistenza media a trazione semplice (assiale)
- $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79$ MPa resistenza caratteristica a trazione
- $E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 31447$ MPa modulo elastico
- $\gamma = 25.0$ kN/m³ peso per unità di volume

Resistenze di progetto allo SLU

- $f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.1$ MPa; $\gamma_c = 1.50$ resistenza di progetto a compressione
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.19$ MPa resistenza di progetto a trazione

Resistenze di progetto allo SLE

- $\sigma_{c,r} = 0.60 \cdot f_{ck} = 14.9$ MPa tensione limite in comb. caratteristica (rara)
- $\sigma_{c,f} = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.2$ MPa tensione limite in comb. quasi permanente
- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.13$ MPa tensione limite di fessurazione (trazione)

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 7 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

4.1.2 Calcestruzzo C32/40

- | | |
|--|--|
| • $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$ | resistenza caratteristica cubica a 28 giorni |
| • $f_{ck} = 32 \text{ MPa}$ | resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni |
| • $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40 \text{ MPa}$ | resistenza cilindrica valore medio |
| • $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.02 \text{ MPa}$ | resistenza media a trazione semplice (assiale) |
| • $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.12 \text{ MPa}$ | resistenza caratteristica a trazione |
| • $E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 33346 \text{ MPa}$ | modulo elastico |
| • $\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$ | peso per unità di volume |

Resistenze di progetto allo SLU

- | | |
|--|---------------------------------------|
| • $f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.1 \text{ MPa}$; $\gamma_c = 1.50$ | resistenza di progetto a compressione |
| • $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.41 \text{ MPa}$ | resistenza di progetto a trazione |

Resistenze di progetto allo SLE

- | | |
|---|--|
| • $\sigma_{c,r} = 0.60 \cdot f_{ck} = 19.2 \text{ MPa}$ | tensione limite in comb. caratteristica (rara) |
| • $\sigma_{c,f} = 0.45 \cdot f_{ck} = 14.4 \text{ MPa}$ | tensione limite in comb. quasi permanente |
| • $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.52 \text{ MPa}$ | tensione limite di fessurazione (trazione) |

4.1.3 Acciaio di armatura B450C

- | | |
|------------------------------|--|
| • $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$ | resistenza caratteristica di snervamento |
| • $f_{tk} = 540 \text{ MPa}$ | resistenza caratteristica a rottura |
| • $E_s = 210000 \text{ MPa}$ | modulo elastico |

Resistenza di progetto allo SLU

- | | |
|--|---------------------------------------|
| • $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ MPa}$; $\gamma_s = 1.15$ | resistenza di progetto a compressione |
|--|---------------------------------------|

Resistenza di progetto allo SLE

- | | |
|--|-------------------------------|
| • $\sigma_{s,r} = 0.80 \cdot f_{yk} = 360 \text{ MPa}$ | tensione limite in comb. rara |
|--|-------------------------------|

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 8 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel presente paragrafo si riporta la caratterizzazione geotecnica specifica per l'opera in esame.

Per dettagli si rimanda alla *Relazione Geotecnica Generale*.

Nelle vicinanze dell'opera sono state eseguite le seguenti indagini, elencate nella seguente tabella.

Tabella 1 – Riepilogo dei sondaggi e delle prove eseguite

Sondaggio	Profondità [m]	Quota boccaforno [m] s.l.m.	n. prove SPT	Prelievo campioni	Strumentazione installata
X13	25.0	395.46	4	C.I.: 1	T.A.[3÷25]
X14	25.0	377.27	2	C.L.: 1	T.A.[3÷25]

C.I. = Campione indisturbato
 C.L. = Campione litoide
 TA [m]: Piezometro a Tubo Aperto [profondità tratto filtrante]

La stratigrafia di progetto è indicata nelle tabelle seguenti.

Tabella 2 – Stratigrafia di riferimento

Unità geotecnica	Profondità [m] da p.c.	
Ecla	0.0÷8.0	Depositi eluvio colluviali limoso argillosi
Salt	8.0÷10.0	Substrato alterato limoso argilloso
Ap/Pa	>10.0	Substrato arenaceo pelitico / Substrato pelitico arenaceo
Falda: si assume prossima al piano campagna		

I parametri geotecnici considerati per l'opera in esame sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 3 – Parametri geotecnici

	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
Ecla	19.0	25	10
Salt	20.0	27	20
Ap/Pa	23.0	31	120

γ = peso di volume naturale

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

c' = coesione drenata

5.1 CAPACITA' PORTANTE DEI PALI

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante dei pali dell'opera in esame.

I parametri di calcolo della portanza dei pali vengono riportati nella seguente tabella, mentre per la metodologia di calcolo si rimanda alla *Relazione Geotecnica Generale*.

Tabella 4 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali

Approccio	verticali indagate	ξ_3	γ_s	γ_b	F_{SL} (compressione)	F_{St} (trazione)	F_{SB}	Quota testa palo da p.c. [m]	falda da p.c. [m]
2 (A1+M1+R3)	2	1.65	1.15	1.35	1.90	2.06	2.2	1.5	0.0

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 9 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

I parametri geotecnici adottati per la valutazione della portanza dei pali di fondazione vengono illustrati nella seguente tabella:

Tabella 5 – Parametri geotecnici adottati per la portanza dei pali di fondazione

	γ [kN/m ³]	CU [kPa]	$\sigma_{c, media}$ [MPa]
Ecla	19.0	50÷150	-
Salt	20.0	300	-
Ap/Pa	23.0	-	1.5

γ = peso di volume naturale
 CU = resistenza al taglio in condizioni non drenate
 $\sigma_{c, media}$ = resistenza a compressione monoassiale media

Nella tabella seguente si riportano i valori della portata di progetto (Q_d) per l'opera in esame; il significato dei termini riportati è il seguente:

- L_p = Lunghezza utile del palo
- Q_{ll} = Portata laterale limite
- Q_{bl} = Portata di base limite
- W_p = Peso efficace del palo
- Q_u = Portata totale limite
- Q_d = Portata di progetto = $Q_{ll}/F_{s, l} + Q_{bl}/F_{s, b} - W_p$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 10 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Tabella – Capacità portante palo D=800 mm

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	432.	0.	432.	196.
.50	11.	463.	1.	472.	215.
1.00	25.	494.	3.	516.	235.
1.50	42.	525.	4.	563.	257.
2.00	62.	555.	5.	613.	280.
2.50	86.	586.	6.	666.	305.
3.00	112.	617.	8.	722.	332.
3.50	142.	648.	9.	781.	360.
4.00	174.	679.	10.	843.	390.
4.50	210.	710.	11.	908.	422.
5.00	249.	741.	13.	977.	455.
5.50	291.	881.	14.	1159.	540.
6.00	337.	1022.	15.	1344.	627.
6.50	386.	1163.	16.	1532.	715.
7.00	455.	1304.	18.	1741.	814.
7.50	627.	1445.	19.	2053.	968.
8.00	815.	1586.	20.	2382.	1130.
8.50	1004.	1728.	21.	2710.	1292.
9.00	1192.	1869.	23.	3039.	1454.
9.50	1381.	2011.	24.	3367.	1617.
10.00	1569.	2011.	25.	3555.	1715.
10.50	1758.	2011.	26.	3742.	1813.
11.00	1946.	2011.	28.	3929.	1911.
11.50	2135.	2011.	29.	4116.	2009.
12.00	2323.	2011.	30.	4304.	2106.
12.50	2512.	2011.	31.	4491.	2204.
13.00	2700.	2011.	33.	4678.	2302.
13.50	2889.	2011.	34.	4865.	2400.
14.00	3077.	2011.	35.	5053.	2498.
14.50	3266.	2011.	36.	5240.	2596.
15.00	3454.	2011.	38.	5427.	2694.
15.50	3643.	2011.	39.	5614.	2792.
16.00	3831.	2011.	40.	5802.	2890.
16.50	4020.	2011.	41.	5989.	2988.
17.00	4208.	2011.	43.	6176.	3086.
17.50	4397.	2011.	44.	6363.	3184.
18.00	4585.	2011.	45.	6550.	3282.
18.50	4774.	2011.	46.	6738.	3380.
19.00	4962.	2011.	48.	6925.	3478.
19.50	5151.	2011.	49.	7112.	3576.
20.00	5339.	2011.	50.	7299.	3674.
20.50	5528.	2011.	52.	7487.	3772.
21.00	5716.	2011.	53.	7674.	3870.
21.50	5905.	2011.	54.	7861.	3968.
22.00	6093.	2011.	55.	8048.	4065.
22.50	6282.	2011.	57.	8236.	4163.
23.00	6470.	2011.	58.	8423.	4261.
23.50	6659.	2011.	59.	8610.	4359.
24.00	6847.	2011.	60.	8797.	4457.
24.50	7036.	2011.	62.	8985.	4555.
25.00	7224.	2011.	63.	9172.	4653.
25.50	7413.	2011.	64.	9359.	4751.
26.00	7601.	2011.	65.	9546.	4849.
26.50	7790.	2011.	67.	9734.	4947.
27.00	7978.	2011.	68.	9921.	5045.
27.50	8166.	2011.	69.	10108.	5143.
28.00	8355.	2011.	70.	10295.	5241.
28.50	8543.	2011.	72.	10482.	5339.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 11 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Tabella – Capacità portante a trazione palo D=800 mm

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	11.	0.	-4.	15.	9.
1.00	25.	0.	-8.	32.	20.
1.50	42.	0.	-11.	53.	32.
2.00	62.	0.	-15.	77.	45.
2.50	86.	0.	-19.	104.	60.
3.00	112.	0.	-23.	135.	77.
3.50	142.	0.	-26.	168.	95.
4.00	174.	0.	-30.	204.	115.
4.50	210.	0.	-34.	244.	136.
5.00	249.	0.	-38.	287.	158.
5.50	291.	0.	-41.	332.	183.
6.00	337.	0.	-45.	382.	209.
6.50	386.	0.	-49.	435.	236.
7.00	455.	0.	-53.	508.	274.
7.50	627.	0.	-57.	683.	361.
8.00	815.	0.	-60.	875.	456.
8.50	1004.	0.	-64.	1068.	551.
9.00	1192.	0.	-68.	1260.	647.
9.50	1381.	0.	-72.	1452.	742.
10.00	1569.	0.	-75.	1645.	837.
10.50	1758.	0.	-79.	1837.	932.
11.00	1946.	0.	-83.	2029.	1028.
11.50	2135.	0.	-87.	2221.	1123.
12.00	2323.	0.	-90.	2414.	1218.
12.50	2512.	0.	-94.	2606.	1313.
13.00	2700.	0.	-98.	2798.	1409.
13.50	2889.	0.	-102.	2990.	1504.
14.00	3077.	0.	-106.	3183.	1599.
14.50	3266.	0.	-109.	3375.	1695.
15.00	3454.	0.	-113.	3567.	1790.
15.50	3643.	0.	-117.	3759.	1885.
16.00	3831.	0.	-121.	3952.	1980.
16.50	4020.	0.	-124.	4144.	2076.
17.00	4208.	0.	-128.	4336.	2171.
17.50	4397.	0.	-132.	4529.	2266.
18.00	4585.	0.	-136.	4721.	2361.
18.50	4774.	0.	-139.	4913.	2457.
19.00	4962.	0.	-143.	5105.	2552.
19.50	5151.	0.	-147.	5298.	2647.
20.00	5339.	0.	-151.	5490.	2743.
20.50	5528.	0.	-155.	5682.	2838.
21.00	5716.	0.	-158.	5874.	2933.
21.50	5905.	0.	-162.	6067.	3028.
22.00	6093.	0.	-166.	6259.	3124.
22.50	6282.	0.	-170.	6451.	3219.
23.00	6470.	0.	-173.	6643.	3314.
23.50	6659.	0.	-177.	6836.	3409.
24.00	6847.	0.	-181.	7028.	3505.
24.50	7036.	0.	-185.	7220.	3600.
25.00	7224.	0.	-188.	7413.	3695.
25.50	7413.	0.	-192.	7605.	3791.
26.00	7601.	0.	-196.	7797.	3886.
26.50	7790.	0.	-200.	7989.	3981.
27.00	7978.	0.	-204.	8182.	4076.
27.50	8166.	0.	-207.	8374.	4172.
28.00	8355.	0.	-211.	8566.	4267.
28.50	8543.	0.	-215.	8758.	4362.



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 12 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale V_N pari a 50 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso III ("Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.") ai sensi del D. Min. 14/01/2008, da cui scaturisce un coefficiente d'uso $C_U = 1.5$.

L'azione sismica di progetto è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base del sito su cui l'opera insiste, descritta in termini geografici e temporali:

- attraverso i valori di accelerazione orizzontale di picco a_g (attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale) e le espressioni che definiscono le ordinate del relativo spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$;
- in corrispondenza del punto del reticolo che individua la posizione geografica dell'opera;
- con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR.

In particolare, la forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- a_g , accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_C^* , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

In particolare, si può notare come F_0 descriva la pericolosità sismica locale del sito su cui l'opera insiste. Infatti, da quest'ultimo, attraverso le espressioni fornite dalla normativa, sono valutati i valori d'amplificazione stratigrafica e topografica. Di seguito sono riassunti i valori dei parametri assunti per l'opera in oggetto.

- Vita nominale V_N = 50 anni;
- Classe d'uso = III;
- Coefficiente d'uso C_U = 1.5;
- Periodo di riferimento V_R = 75 anni;
- $T_{R,SLV}$ = 712 anni;
- Comune = Fabriano;
- $a_{g,SLV}$ = **0.206 g**;
- $F_{0,SLV}$ = **2.526**;
- $T_{C,SLV}^*$ = **0.331 sec.**



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 13 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Accelerazione (a_g), fattore (F_0) e periodo (T^*c) per comune di riferimento - Fabriano

V_R [anni]	Stato Limite	PV_R -	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
75	SLO	81%	45	0.073	2.450	0.286
	SLD	63%	75	0.090	2.454	0.297
	SLV	10%	712	0.206	2.526	0.331
	SLC	5%	1462	0.262	2.555	0.339

Lo spettro di risposta elastico per la descrizione della componente orizzontale del moto sismico è infine costruito a partire dai parametri seguenti.

- Categoria di suolo = B;
- Categoria topografica = T1;
- S_s , fattore stratigrafico = 1.19;
- S_{T_r} , fattore topografico = 1.0;
- C_c , fattore correttivo del periodo TC^* = 1.5.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 14 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

7. VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

7.1 VERIFICA SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle Combinazioni di Calcolo allo SLE, il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure nel calcestruzzo attesa, secondo quanto di seguito specificato:

7.1.1 Verifiche delle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, quelli di seguito indicati, in accordo alle prescrizioni della normativa vigente:

Per il caso in esame risulta in particolare :

CALCESTRUZZO C32/40

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,45 f_{\text{ck}}) = \mathbf{14.94} \text{ MPa} \quad \text{(Combinazione di Carico Quasi Permanente)}$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,60 f_{\text{ck}}) = \mathbf{19.92} \text{ MPa} \quad \text{(Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)}$$

CALCESTRUZZO C25/30

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,45 f_{\text{ck}}) = \mathbf{11.21} \text{ MPa} \quad \text{(Combinazione di Carico Quasi Permanente)}$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,60 f_{\text{ck}}) = \mathbf{14.94} \text{ MPa} \quad \text{(Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)}$$

ACCIAIO

$$\sigma_{\text{fmax}} = (0,80 f_{\text{yk}}) = \mathbf{360} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica (Rara)}$$

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 15 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

7.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Risultando in particolare: :

$$w_1 = 0.2 \text{ mm} \quad w_2 = 0.3 \text{ mm} \quad w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Nel caso in esame si ha:

- Per le strutture di fondazione:

Condizioni Ambientali : aggressive

Armature : Poco Sensibili

- Per le strutture in elevazione:

Condizioni Ambientali : Ordinarie

Armature : Poco Sensibili

Conseguentemente dovrà risultare:

Combinazione Quasi permanente : $w \leq 0.3 \text{ mm}$

Combinazione Frequente : $w \leq 0.4 \text{ mm}$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

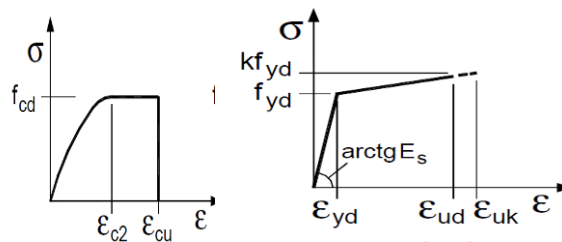
Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 16 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Riguardo infine il valore di calcolo dell'ampiezza delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 9 gennaio 1996, in accordo a quanto previsto al punto " C4.1.2.2.4.6 Verifica allo stato limite di fessurazione" della Circolare n.617/09.

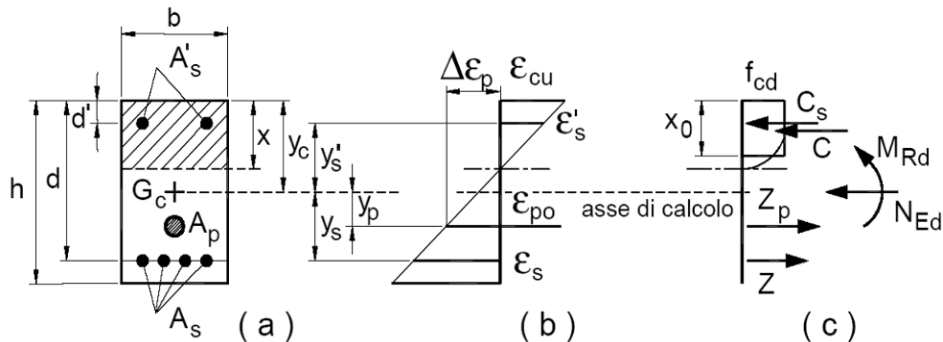
7.2 VERIFICHE ALLO SLU

7.2.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 17 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 18 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

7.2.2 Taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

Dove:

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_1 = A_{sw} / (b_w \cdot d)$
- d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$ mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd}

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

Essendo:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$$

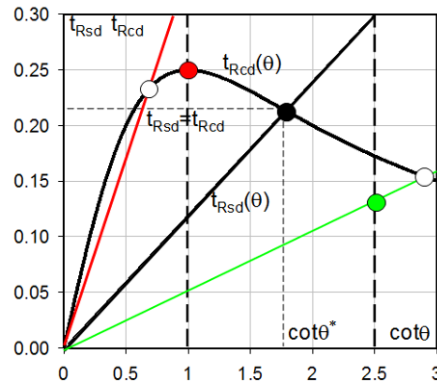
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 19 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 f_{cd}$
		1,25	per $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

ω_{sw} : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

- Se la $\cot \theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la $\cot \theta^*$ è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rsd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature trasversali valutabile per una $\cot \theta = 2,5$.
- Se la $\cot \theta^*$ è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot \theta = 1,0$.



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 20 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 21 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

8. CRITERI DI ANALISI E VERIFICA DEI MURI DI SOSTEGNO

8.1 STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI CALCOLO AI SENSI DM 14.01.08

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili, devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)*
 - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
 - scorrimento sul piano di posa;
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
 - ribaltamento;
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali,

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1 - **Combinazione 2: (A2+M2+R2)**

Le rimanenti verifiche devono essere invece effettuate secondo uno dei seguenti approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2:

(A1+M1+R3)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici, e della Tabelle 6.5.I e 6.8.I per ciò che concerne i coefficienti parziali sulle resistenze che di seguito si riportano per maggiore chiarezza.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 22 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	γ_M $\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	γ_c	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_r	1,0	1,0

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_k per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Nel caso in esame si è fatto riferimento all'approccio di Verifica 1.

Le verifiche in condizioni sismiche vanno infine effettuati con gli stessi criteri di cui sopra, ponendo pari dell'unità i coefficienti parziali sulle Azioni ($A1=1 / A2=1$), in accordo a quanto specificato al punto 7.11.1 del DM 14.01.08

8.2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE

Nei riguardi della stabilità Locale dei muri di sostegno, la normativa prevede di valutare le condizioni generali di equilibrio nei confronti dei meccanismi di scorrimento, ribaltamento e carico limite secondo quanto espoto ai paragrafi seguenti

8.2.1 Verifica allo scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s stabilito dalla Normativa Vigente, ovvero

$$F_r / F_s \geq \eta_s$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 23 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Le forze che intervengono nella **F_s** sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta **N** la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con **δ_f** l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con **c_a** l'adesione terreno-fondazione e con **Br** la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro.

In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, **δ_f**, diversi autori suggeriscono di assumere un valore di **δ_f** pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

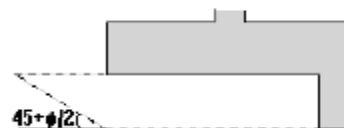
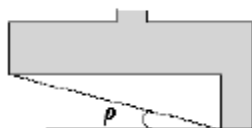
Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Per i casi del muro denominato tipo 1 (S), si è invece tenuto conto della presenza del dente previsto in fondazione nei riguardi della valutazione del meccanismo di scorrimento.

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo **ρ** (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo volto a determinare il coefficiente di sicurezza a scorrimento minimo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale. Detta **N** la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, **Q** l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, **Sp** la resistenza passiva, **L_c** l'ampiezza del cuneo e indicando con **δ_f** l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con **c_a** l'adesione terreno-fondazione e con **Br** la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

$$F_r = (N - Q) \cdot \operatorname{tg}(\delta_f) + Sp + c_a \cdot L_r$$

con $L_r = B_r - L_c$





2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 24 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 25 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

8.2.2 Verifica a carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a ηq . Cioè, detto **Q_u**, il carico limite ed **R** la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$Q_u / R \geq \eta q$$

Essendo $\eta q > 1.0$ e comunque stabilito dalla normativa vigente.

Per le valutazioni del valore unitario del carico limite, q_u , è possibile ricorrere alle espressioni di Hansen per il calcolo della capacità portante, che si differenziano a seconda se si è in presenza di un terreno puramente coesivo ($\phi=0$) o meno e si esprimono nel modo seguente:

Caso generale

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + qN_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo $\phi=0$

$$q_u = 5.14c(1+s_c+d_c-i_c-g_c-b_c) + q$$

in cui:

d_c, d_q, d_γ , sono i fattori di profondità;

s_c, s_q, s_γ , sono i fattori di forma;

i_c, i_q, i_γ , sono i fattori di inclinazione del carico;

b_c, b_q, b_γ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa;

g_c, g_q, g_γ , sono i fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c, N_q, N_γ sono espressi come:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \tan \phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi$$

Risulta inoltre:

Fattori di forma

$$s_c = 0.2 B/L \quad \text{per } \phi=0$$

$$s_c = 1 + (N_q/N_c) (B/L) \quad \text{per } \phi>0$$

$$s_q = 1 + (B/L) \tan \phi$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 26 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

$$s_y = 1 - 0.4 B/L$$

Fattori di profondità

Si definisce il parametro k come:

$$k = D/B \quad \text{se } D/B \leq 1$$

$$k = \arctg(D/B) \quad \text{se } D/B > 1$$

I vari coefficienti si esprimono come:

$$d_c = 0.4k \quad \text{per } \phi=0$$

$$d_c = 1 + 0.4k \quad \text{per } \phi>0$$

$$d_q = 1 + 2\text{tg}\phi(1 - \sin\phi)^2 k$$

$$d_y = 1$$

Fattori di inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con A_f l'area efficace della fondazione ottenuta come $A_f = B' \cdot L'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B , L e all'eccentricità del carico e_B , e_L dalle relazioni $B' = B - 2e_B$ $L' = L - 2e_L$) e con η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta=0$ per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

$$i_c = 0.5 [1 - \sqrt{1 - H / (A_f c_a)}] \quad \text{per } \phi = 0$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1) \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_q = [1 - (0.5 H) / (V + A_f c_a \text{tg}\phi)]^5$$

$$i_y = [1 - (0.7 H) / (V + A_f c_a \text{tg}\phi)]^5 \quad \text{per } \eta = 0$$

$$i_y = [1 - [(0.7 - \eta^\circ / 45^\circ) H] / (V + A_f c_a \text{tg}\phi)]^5 \quad \text{per } \eta > 0$$

ca : adesione alla base delle fondazione

Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione

$$b_c = \eta^\circ / 147^\circ \quad \text{per } \phi = 0$$

$$b_c = 1 - \eta^\circ / 147^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

$$b_q = e^{-2\eta \text{tg}\phi}$$

$$b_y = e^{-2.7\eta \text{tg}\phi}$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 27 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Fattori di inclinazione del terreno

Indicando con β la pendenza del pendio i fattori g si ottengono dalle espressioni seguenti:

$$g_c = \beta^\circ / 147^\circ \quad \text{per } \phi = 0$$

$$g_c = 1 - \beta^\circ / 147^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

$$g_a = g_\gamma = (1 - 0.05 \operatorname{tg} \beta)^5$$

Per poter applicare la formula di Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$$H < V \operatorname{tg} \delta + A r c_a$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_a, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

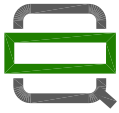
8.2.3 Verifica al Ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r stabilito dalla normativa vigente.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$M_s / M_r \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 28 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 29 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

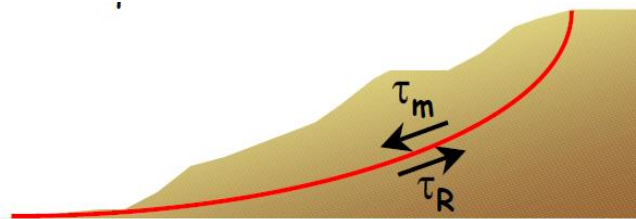
8.3 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

Nel presente paragrafo sono illustrati i criteri generali seguiti per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale del complesso opera di sostegno-terrapieno.

8.3.1 Richiami teorici ed impostazione delle analisi

Per la analisi di stabilità globale presentate nel presente documento, si è fatto riferimento ai metodi dell'equilibrio limite, messi a punto da diversi autori tra cui, Fellenius, Bishop, Janbu, Morgestern-Price, ecc.

In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$FS = \frac{\int_S \tau_{\text{rott}}}{\int_S \tau_{\text{mob}}}$$

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b , interessati da azioni taglienti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

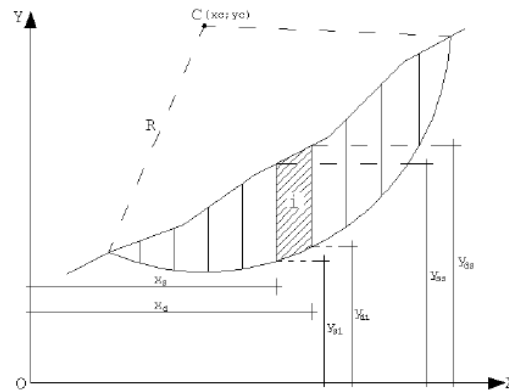
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

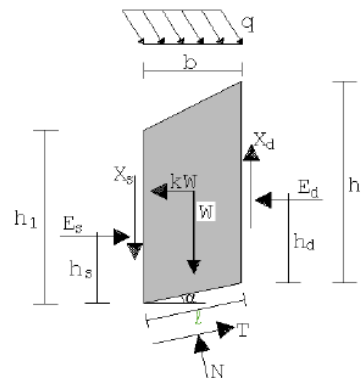
Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 30 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Il sistema di riferimento assunto è riportato in figura.



Per le valutazioni espone nel presente documento, si è fatto riferimento al metodo di Bishop, di cui al successivo paragrafo sono riportati alcuni richiami teorici.

La valutazione dei coefficienti di sicurezza, come evidenziato dai risultati delle analisi espone nel seguito, è stata effettuata in particolare rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare l'opera.

Si specifica infine che per il caso dei muri fondati su pali, tale verifica viene omessa in quanto non significativa.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 31 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

8.3.2 Il metodo di BISHOP

Il coefficiente di sicurezza nei riguardi della Stabilità Globale del complesso opera-terreno si esprime secondo il metodo di Bishop, mediante la relazione:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{b_i c_i + W_i \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

con

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha_i \operatorname{tg} \phi_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i ed α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i-esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i-esima e c_i e φ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η.

Quindi essa va risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

8.3.3 Prescrizioni del DM 14-01-08

Il DM 14.01.08 affronta il tema della Stabilità Globale distinguendo il caso dei Pendii Naturali da quello delle opere in terra in materiali sciolti e fronti di scavo, fornendo prescrizioni differenti circa i criteri di verifica da adottare nei due casi.

Trattandosi nel caso in esame di valutare la Stabilità Globale di Opere a sostegno di scavi, si è ritenuto di dover adottare, nelle verifiche nel seguito esposte, i criteri suggeriti dalla norma per il caso dei "Fronti di Scavo e rilevati"; nel seguito si riportano dunque, per maggiore chiarezza espositiva, le specifiche normative a riguardo, ed a seguire, i risultati delle verifiche effettuate con riferimento a diversi casi di calcolo di paratie di sostegno esaminati ai paragrafi precedenti.

8.3.4 Stabilità di opere di materiali sciolti e fronti di scavo

Il punto 6.8 delle NTC e relativa circolare applicativa, tratta l'argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 "Verifiche di Sicurezza (SLU)" viene prescritto quanto di seguito:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 32 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1-Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano completamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali M2, risultando pertanto

$$c'_d = c' / 1.25;$$

$$\phi'_d = \arctan (1 / 1.25 \cdot \tan \phi').$$

Il coefficiente di sicurezza F_s minimo da garantire in questo caso è pari ad 1.1 (γ_R).

8.3.5 Verifiche in fase sismica

Per ciò che concerne le verifiche in condizioni sismiche, la normativa fornisce al punto 7.11.3.5 indicazioni circa le azioni aggiuntive da considerare nell'ambito delle verifiche di Stabilità di Pendii in occasione di eventi sismici; nella fattispecie, si specifica che l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici, di riferimento per le analisi esposte nel seguito del documento, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 33 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tali forze possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \times W \text{ (azione sismica orizzontale)}$$

$$F_v = k_v \times W \text{ (azione sismica verticale)}$$

Per quanto riguarda invece il caso dei **Fronti di Scavo e Rilevati**, di riferimento per le analisi espresse nel presente documento, al punto 7.11.4 "Fronti di Scavo e Rilevati", si specifica che Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali. Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando i coefficienti parziali di cui al § 7.11.1.

Riguardo i valori dei coefficienti sismici k_h e k_v , si ritiene in questo caso di dover adottare i valori già definiti in precedenza nell'ambito del paragrafo 7.1.2 dedicato alla valutazione degli effetti sismici per il dimensionamento delle paratie, trattandosi in questo caso di una verifica di stabilità di un fronte di scavo sostenuto da un'opera di sostegno, che pertanto condizione la risposta sismica locale del volume di terreno immediatamente a monte della stessa.

7.11.1 REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, definita al Cap. 3, le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

La circolare applicativa n°617 specifica ulteriormente al C7.11.4 che, Le verifiche pseudostatiche di sicurezza dei fronti di scavo e dei rilevati si eseguono con la combinazione di coefficienti parziali di cui al § 6.8.2: $(A_2 + M_2 + R_2)$, utilizzando valori unitari per i coefficienti parziali A_2 come specificato al § 7.11.1.

In definitiva, per il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, anche in fase sismica, il coefficiente di sicurezza minimo prescritto dalla Normativa è pari a $R_2 = 1.1$ (γ_R).

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 34 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

9. ANALISI DEI CARICHI

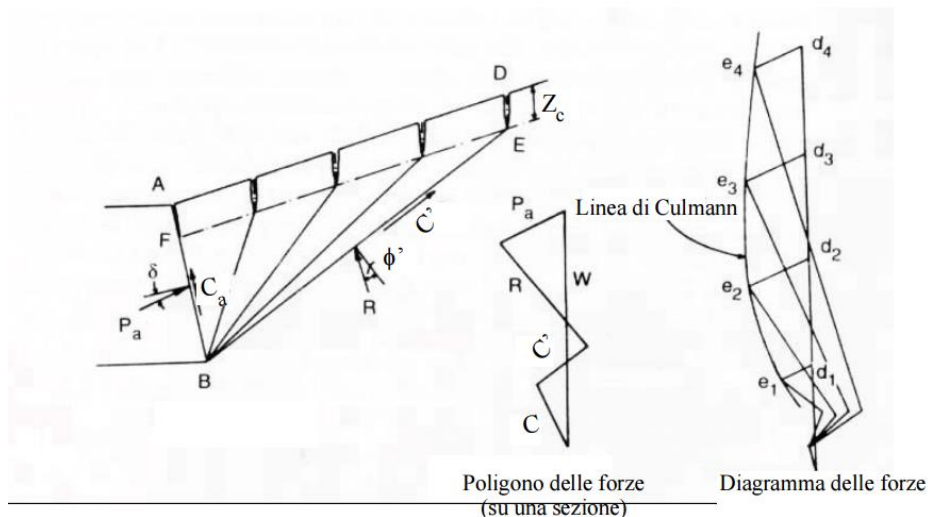
9.1 CARICHI FISSI

Per carichi fissi si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terrapieno spingente, valutati in automatico dal Software di calcolo utilizzato.

A tal riguardo, al calcestruzzo strutturale costituente il muro è stato assegnato un peso dell'unità di Volume $\gamma=25 \text{ KN/m}^3$, mentre per il terreno si è assunto $\gamma=20 \text{ KN/m}^3$

9.2 SPINTE DEL TERRENO

Per la valutazione delle spinte del terreno in fase statica, si è fatto riferimento al metodo di Culmann, che ben si adatta a superfici di pendio a monte dell'opera di forma generica.



Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo).

Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione θ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 35 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;

- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C') e resistenza per coesione lungo la parete (C_A);

- dal poligono di equilibrio si ricava quindi il valore della spinta S sulla parete (P_A).

+

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano quindi derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Analogamente, nota la Spinta complessiva S , è possibile ricavare eventualmente in maniera indiretta, il valore del coefficiente di spinta K_a della nota espressione di Coulomb:

$$S = 1/2 \times \gamma \times H^2 \times K_a$$

Si precisa infine che per la valutazione delle spinte al terreno di rilevato sono state assegnati i seguenti parametri fisico –meccanici:

$$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$$

$$c' = 0$$

$$\phi' = 35$$

$$\delta = 0.5\phi' \text{ (attrito terra muro)}$$

9.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

Per la determinazione dei carichi accidentali da applicare sul terrapieno a monte delle opere di sostegno sulla zona destinata al traffico veicolare, si è fatto riferimento agli schemi di carico stabilità al punto 5.1.3.3.3 del DM 14/01/08 di cui nel seguito:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 36 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

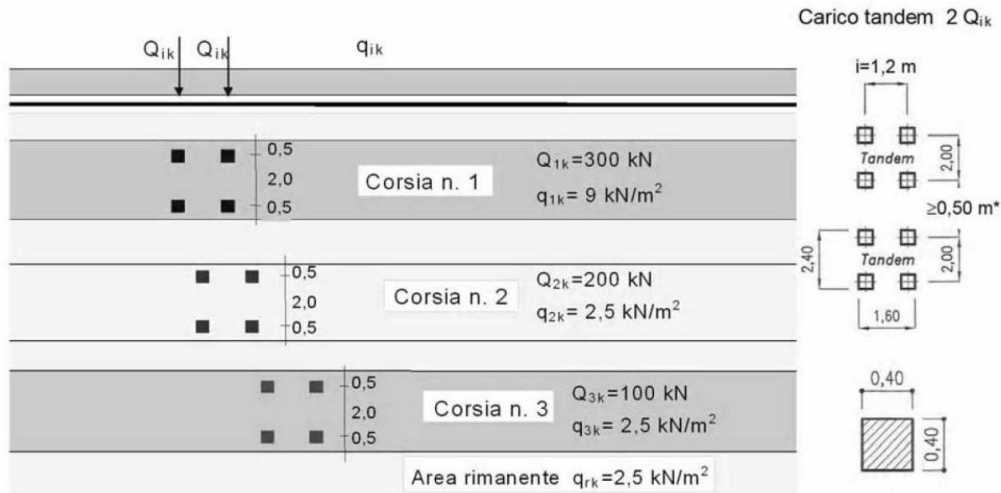


Figura 1 – Schema di carico 1

Lo schema di carico di Normativa, è in particolare costituito dalle seguenti colonne di carico:

- una colonna di carichi (ingombro = 3 m) costituita da un automezzo convenzionale Q_{1k} di 600 kN dotato di 2 assi di 2 ruote ciascuno, distanti 1.20 m in senso longitudinale e con interasse ruote in senso trasversale di 2.00 m; un carico ripartito q_{1k} di 9 kN/m² uniformemente distribuito;
- una seconda colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 400 kN di Q_{1k} e 2.5 kN/m² di q_{1k} e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;
- una terza colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 200 kN di Q_{1k} e 2.5 kN/m² di q_{1k} e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;
- un carico uniforme $q_{rk} = 2.5\text{ kN/m}^2$ nella zona di carreggiata non impegnata dai carichi precedenti.

Ai fini delle analisi, si è assunto di trasformare i carichi concentrati Q_{ik} , in un carichi distribuiti equivalenti,

tenendo conto tuttavia dell'effetto collaborazione dei muri in direzione longitudinale, in relazione a cui si è ipotizzato che detti carichi vadano ad interessare uno sviluppo complessivo longitudinale di muro di circa 5m, corrispondente , nel caso fondazioni su pali, alla lunghezza di un tratto tipo comprendente la singola fila di pali e le due adiacenti.

In questa ipotesi risulta dunque:

$$Q_{1k\ d} = 600 / 2.40 \times 5.00 = 50\text{ kN/m}^2$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

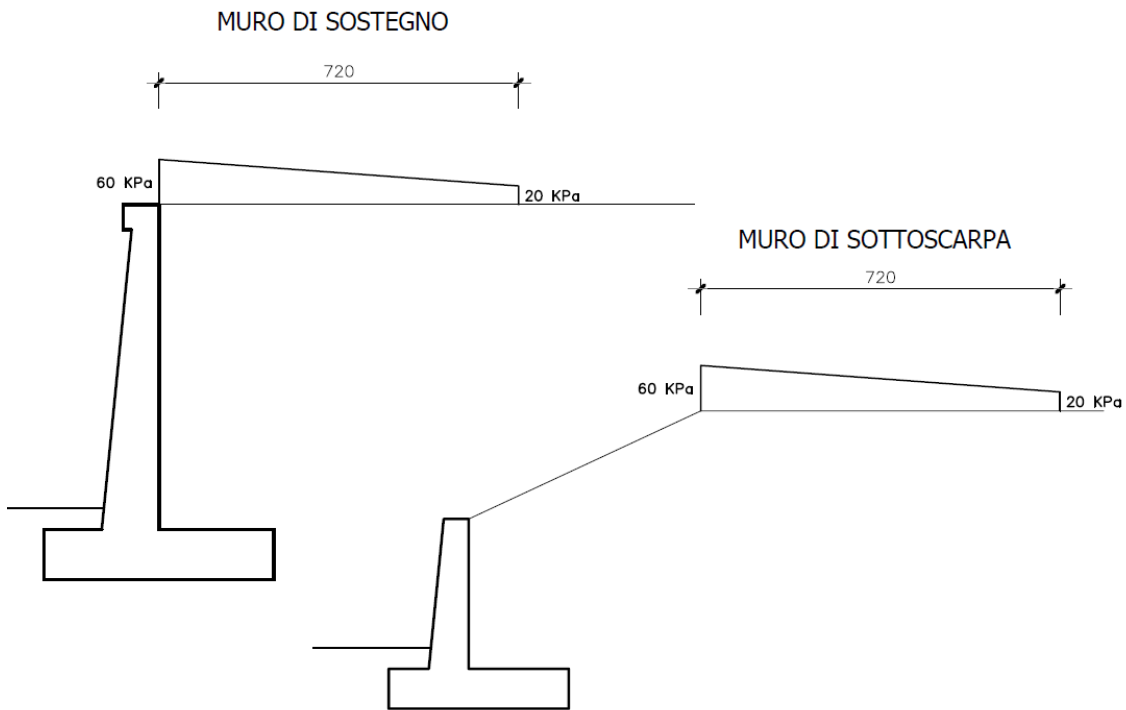
Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 37 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

$$Q2k d = 400 / 2.40 \times 5.00 = 33 \text{ KN/m}^2$$

$$Q3k d = 200 / 2.40 \times 5.00 = 17 \text{ KN/m}^2$$

In aggiunta, sul lato corsia 1, va considerato un ulteriore carico distribuito di 9KN/m2, mentre sul lato corsia 3, il carico aggiuntivo è pari a 2.5 KN/m2.

In definitiva, nell'ipotesi di disporre le tre corsie in affiancamento, è possibile considerare, ai fini delle analisi, il carico uniforme equivalente negli schemi di figura seguente:



Schemi Carico Azioni da traffico Veicolare

9.4 AZIONI ECCEZIONALI (URTO VEICOLO IN SVIO)

Per il caso dei muri di sostegno, essendo prevista l'installazione del sicurvia in corrispondenza della sezione di testa, si è tenuto conto della eventuale presenza di un'azione eccezionale rappresentativa dell'urto di un veicolo in svio, valutata in accordo a quanto specificato al prg 3.6.3.3.2 del DM 14.01.08. Ipotizzando pertanto, in analogia a quanto assunto al paragrafo precedente che l'azione d'urto chiami a collaborare un tratto di muro di estensione longitudinale pari a 5m , risulta:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 38 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

F_{tot} =	100.0	KN	
h_{tn} =	1.5	m	(altezza da testa muro)
M_{tm} =	150.0	KNm	
Riepilogo azioni a testa muro / m =			
L_d =	5.0	m	(lunghezza di diffusione)
q_h =	20	KN/m	(azione orizzontale per metro di muro)
m_h =	30	KNm/m	(momento ribaltante per metro di muro)

Tale azione va considerata agente solo per i muri di sostegno e non per quelli di controripa.

9.5 AZIONI SISMICHE

Per la Valutazione degli effetti dell'azione sismica sulle masse e sui coefficienti di spinta del terreno, si è fatto riferimento al metodo pseudo-statico previsto al punto 7.11.3.5.2 - "Metodi di Analisi" - delle NTC secondo il quale, nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso dei muri su pali) un valore del coefficiente β_m pari ad 1.0. Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 39 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

riempimento è rigidamente connesso all'opera e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

Nel caso in specie si ha:

- Per i muri su fondazione diretta:
 $a_g/g = 0.206$;
 $a_{max}/g = 0.285$
 $\beta_m = 0.31$;
 $K_h = 0.089$
- Per i muri su pali:
 $a_g/g = 0.206$;
 $a_{max}/g = 0.285$
 $\beta_m = 1$;
 $K_h = 0.285$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 40 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

9.5.1 Forze d'inerzia

Per le verifiche in fase sismica verranno pertanto applicate a tutti carichi fissi le seguenti forze d'inerzia:

$F_h = K_h \cdot W_i$ (Forza d'inerzia legata alla componente orizzontale del sisma)

$F_v = \pm 0.5 K_h \cdot W_i$ (Forza d'inerzia legata alla componente verticale del sisma)

essendo W_i il peso dell'elemento in esame o l'entità del carico fisso.

9.5.2 Effetti sismici sulle spinte del terreno

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta.

Per le verifiche in fase sismica infatti, nell'equazione risolutiva dell'equilibrio del cuneo, vengono infatti aggiunte anche le forze d'inerzia proprie del Cuneo F_h ed F_v .

La superficie di rottura nel caso di sisma risulta generalmente meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

9.5.3 Effetti dell'Azione sismica sulla falda

Normalmente gli effetti idrodinamici considerati per il calcolo delle paratie sono calcolati con il metodo di Westergaard (Westergaard, 1931) e sono applicate sempre come pressioni esterne. La pressione idrodinamica viene calcolata come in particolare come segue:

$$p_w = \frac{7}{8} a_x \gamma_w \sqrt{z_w H}$$

H è l'altezza del livello di falda rispetto a fondo scavo

z_w è la profondità del punto considerato dalla superficie libera della falda

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 41 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

10. COMBINAZIONI DI CALCOLO

Si riporta nel seguito il riepilogo delle Combinazioni di Carico esaminate per l'Analisi e Verifica dei muri di Sottoscarpa.

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,00	0,75	0,75

Combinazione n° 8 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,00	1,00	1,00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 42 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Si riporta nel seguito il riepilogo delle Combinazioni di Carico esaminate per l'Analisi e Verifica dei muri di sostegno.

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Urto Veicolo	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 6 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 7 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 8 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1.00	1.00	1.00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 43 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

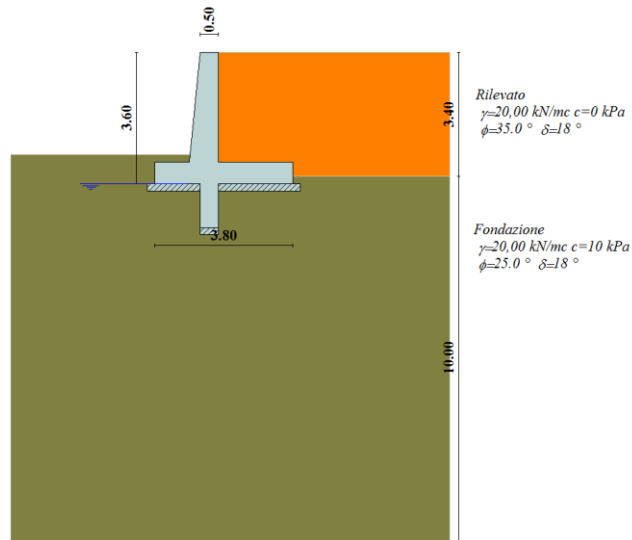
11. RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Si riportano di seguito risultati delle analisi e verifiche delle diverse sezioni tipo dei muri

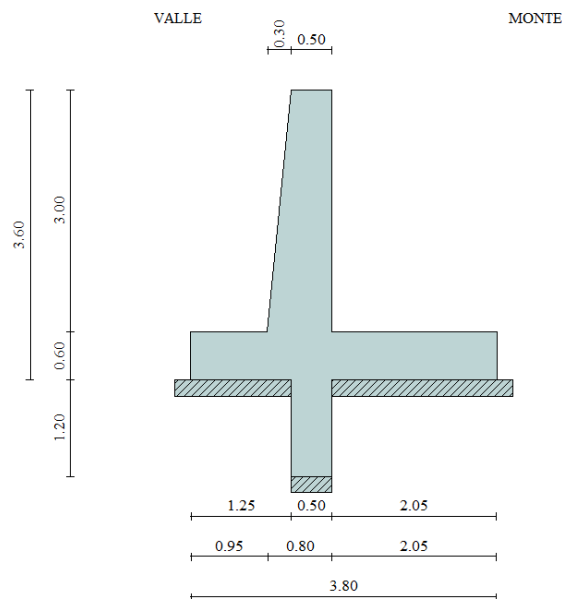
11.1 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI SOSTEGNO TIPO 1

11.1.1 Modello di calcolo

Di seguito si riporta la rappresentazione del modello di calcolo adottato.



Modello di calcolo muro su PALI



Geometria muro

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

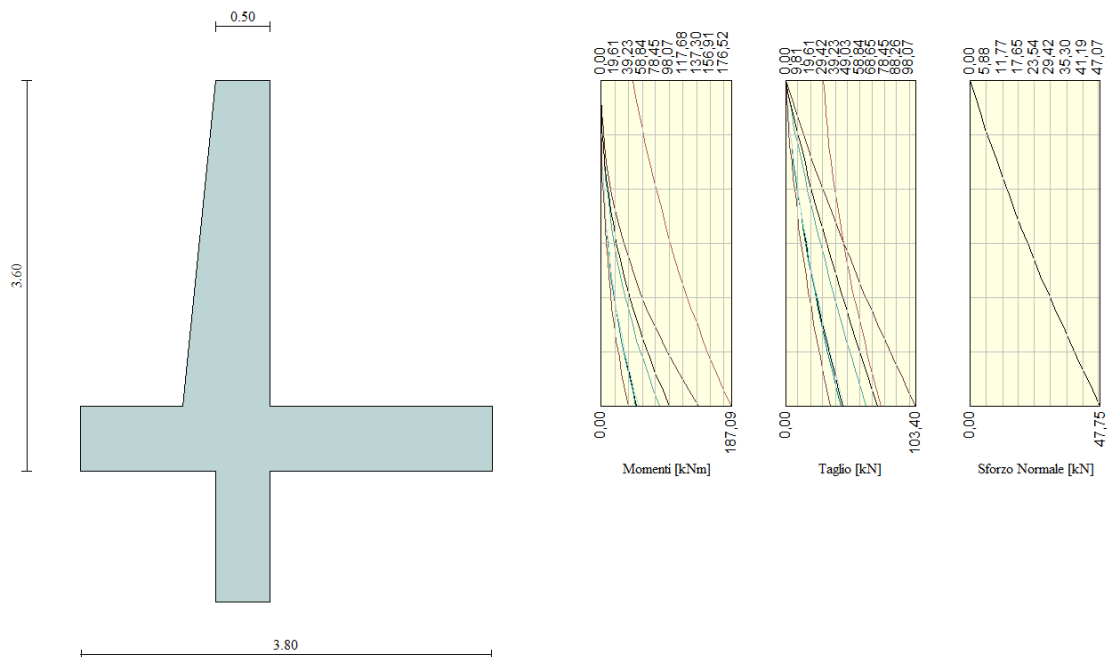
Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 44 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (quilt)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	2,11	5,73	--	65,1890	0,0000
2	EQU - [1]	--	6,13	--	--	--	65,8433	0,0000
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2,15	59,6871	0,0000
4	A1-M1 - [2]	--	--	1,71	3,02	--	118,9184	0,0000
5	EQU - [2]	--	5,05	--	--	--	132,0909	0,0000
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1,42	117,0943	0,0000
7	A1-M1 - [3]	--	--	1,51	3,66	--	65,1890	0,0000
8	EQU - [3]	--	2,25	--	--	--	65,8433	0,0000
9	STAB - [3]	--	--	--	--	2,15	59,6871	0,0000
10	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	1,76	5,69	--	49,6518	7,2404
11	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1,77	5,31	--	49,6518	11,1920
12	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	4,30	--	--	--	59,6871	7,5263
13	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	4,99	--	--	--	59,6871	12,2256
14	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1,79	59,6871	12,2256
15	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1,79	59,6871	7,5263
16	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	1,77	5,31	--	49,6518	11,1920
17	SLEQ - [1]	--	--	2,73	6,32	--	49,6518	0,0000
18	SLEF - [1]	--	--	2,20	4,26	--	76,4938	0,0000
19	SLEF - [1]	--	--	2,10	3,83	--	85,4648	0,0000

Azioni risultanti sul muro



Involuppo sollecitazioni sul muro

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 45 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

11.1.2 Verifiche

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	1φ14/20	1φ12/20	FONDAZIONE	1φ14/20	1φ14/20

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per la parte in elevazione (paramento e fondazione muro) ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm, mentre per i pali si è assunto un copriferro di calcolo pari a 7 cm.

Verifiche strutturali per paramento e fondazione

Di seguito si riporta l'inviluppo delle sollecitazioni nel paramento e nella fondazione ed i risultati delle verifiche strutturali.

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	45,0000	0,0000	30,0000
2	0,15	1,8662	1,8662	0,0659	49,5659	0,9953	30,9953
3	0,30	3,7873	3,7873	0,2775	54,2775	2,1325	32,1325
4	0,45	5,7633	5,7633	0,6555	59,1555	3,4078	33,4078
5	0,60	7,7941	7,7941	1,2200	64,2200	4,8204	34,8204
6	0,75	9,8799	9,8799	1,9912	69,4912	6,3703	36,3703
7	0,90	12,0205	12,0205	2,9894	74,9894	8,0209	38,0576
8	1,05	14,2160	14,2160	4,2346	80,7346	9,7965	39,8822
9	1,20	16,4663	16,4663	5,7376	86,7472	11,6972	41,8441
10	1,35	18,7716	18,7716	7,5102	93,0472	13,7229	43,9433
11	1,50	21,1317	21,1317	9,5785	99,6548	15,8738	46,3252
12	1,65	23,5467	23,5467	11,9609	106,5903	18,1497	51,5502
13	1,80	26,0166	26,0166	14,6757	113,8738	20,5508	56,8827
14	1,95	28,5413	28,5413	17,7413	121,5255	23,0769	62,3228
15	2,10	31,1210	31,1210	21,1759	129,5655	25,7282	67,8707
16	2,25	33,7555	33,7555	24,9981	138,0142	28,5045	73,5262
17	2,40	36,4449	36,4449	29,2260	146,8916	31,4060	79,2896
18	2,55	39,1891	39,1891	33,8782	156,2179	34,4325	85,1608
19	2,70	41,9883	41,9883	38,9728	166,0134	37,5841	91,1400
20	2,85	44,8423	44,8423	44,5284	176,2982	40,8608	97,2271
21	3,00	47,7512	47,7512	50,5624	187,0916	44,2433	103,4050

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	1,8662	0,0491	0,2060	0,7656	2,8559
3	0,30	3,7873	3,7873	0,2070	0,8336	1,6403	5,8105
4	0,45	5,7633	5,7633	0,4895	1,8964	2,6214	8,8529
5	0,60	7,7941	7,7941	0,9119	3,4070	3,7080	11,9807
6	0,75	9,8799	9,8799	1,4899	5,3777	4,9003	15,1939
7	0,90	12,0205	12,0205	2,2387	7,8208	6,1982	18,4925
8	1,05	14,2160	14,2160	3,1739	10,7489	7,6017	21,8766
9	1,20	16,4663	16,4663	4,3108	14,1743	9,1108	25,3462
10	1,35	18,7716	18,7716	5,6648	18,1095	10,7256	28,9015

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 46 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

11	1,50	21,1317	21,1317	7,2515	22,5668	12,4460	32,5423
12	1,65	23,5467	23,5467	9,0862	27,5588	14,2721	36,2689
13	1,80	26,0166	26,0166	11,1844	33,0978	16,2037	40,0812
14	1,95	28,5413	28,5413	13,5615	39,1963	18,2410	43,9793
15	2,10	31,1210	31,1210	16,2329	45,8668	20,3840	47,9632
16	2,25	33,7555	33,7555	19,2141	53,1217	22,6325	52,0329
17	2,40	36,4449	36,4449	22,5204	60,9734	24,9867	56,1885
18	2,55	39,1891	39,1891	26,1674	69,4346	27,4465	60,4301
19	2,70	41,9883	41,9883	30,1705	78,5175	30,0120	64,7576
20	2,85	44,8423	44,8423	34,5450	88,2348	32,6831	69,1711
21	3,00	47,7512	47,7512	39,3058	98,5984	35,4429	73,6568

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,50	0,000770	0,000770	0,00	0,00	2,96	173,53	--	--
2	0,15	1,00, 0,51	0,000770	0,000770	5,23	-138,84	2,80	177,75	--	--
3	0,30	1,00, 0,53	0,000770	0,000770	10,07	-144,38	2,66	181,95	--	--
4	0,45	1,00, 0,54	0,000770	0,000770	14,61	-149,91	2,53	186,13	--	--
5	0,60	1,00, 0,56	0,000770	0,000770	18,87	-155,45	2,42	190,31	--	--
6	0,75	1,00, 0,57	0,000770	0,000770	22,89	-160,99	2,32	194,48	--	--
7	0,90	1,00, 0,59	0,000770	0,000770	26,69	-166,53	2,22	198,64	--	--
8	1,05	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	30,30	-172,07	2,13	202,80	--	--
9	1,20	1,00, 0,62	0,000770	0,000770	33,71	-177,61	2,05	206,94	--	--
10	1,35	1,00, 0,63	0,000770	0,000770	36,95	-183,16	1,97	211,08	--	--
11	1,50	1,00, 0,65	0,000770	0,000770	40,01	-188,70	1,89	215,21	--	--
12	1,65	1,00, 0,66	0,000770	0,000770	42,91	-194,23	1,82	219,34	--	--
13	1,80	1,00, 0,68	0,000770	0,000770	45,64	-199,76	1,75	223,46	--	--
14	1,95	1,00, 0,69	0,000770	0,000770	48,21	-205,28	1,69	227,57	--	--
15	2,10	1,00, 0,71	0,000770	0,000770	50,63	-210,79	1,63	231,68	--	--
16	2,25	1,00, 0,72	0,001539	0,001539	104,45	-427,07	3,09	235,79	--	--
17	2,40	1,00, 0,74	0,001539	0,001539	108,67	-438,01	2,98	239,90	--	--
18	2,55	1,00, 0,75	0,000770	0,000770	57,01	-227,24	1,45	244,00	--	--
19	2,70	1,00, 0,77	0,000770	0,000770	58,85	-232,69	1,40	248,09	--	--
20	2,85	1,00, 0,78	0,000770	0,000770	60,57	-238,12	1,35	252,19	--	--
21	3,00	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	62,16	-243,53	1,30	256,28	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,00, 0,50	0,000770	0,000770	0	0	0	0
2	0,15	1,00, 0,51	0,000770	0,000770	8	7	-39	-107
3	0,30	1,00, 0,53	0,000770	0,000770	30	14	431	-383
4	0,45	1,00, 0,54	0,000770	0,000770	73	21	1936	-849
5	0,60	1,00, 0,56	0,000770	0,000770	129	27	4497	-1446

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 47 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

6	0,75	1,00, 0,57	0,000770	0,000770	199	33	8014	-2156
7	0,90	1,00, 0,59	0,000770	0,000770	279	40	12424	-2973
8	1,05	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	369	46	17675	-3889
9	1,20	1,00, 0,62	0,000770	0,000770	468	51	23727	-4897
10	1,35	1,00, 0,63	0,000770	0,000770	575	57	30542	-5992
11	1,50	1,00, 0,65	0,000770	0,000770	690	63	38086	-7170
12	1,65	1,00, 0,66	0,000770	0,000770	811	68	46330	-8425
13	1,80	1,00, 0,68	0,000770	0,000770	939	74	55248	-9752
14	1,95	1,00, 0,69	0,000770	0,000770	1073	79	64815	-11149
15	2,10	1,00, 0,71	0,000770	0,000770	1212	84	75010	-12611
16	2,25	1,00, 0,72	0,001539	0,001539	981	89	44029	-11287
17	2,40	1,00, 0,74	0,001539	0,001539	1088	94	49837	-12536
18	2,55	1,00, 0,75	0,000770	0,000770	1658	99	109168	-17360
19	2,70	1,00, 0,77	0,000770	0,000770	1815	104	121689	-19054
20	2,85	1,00, 0,78	0,000770	0,000770	1975	109	134755	-20800
21	3,00	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	2140	114	148351	-22595

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	0,00	1000,00	199,57	--	--
2	0,09	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	162,91	343,95	199,57	--	--
3	0,19	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	162,91	86,70	199,57	--	--
4	0,28	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	162,91	38,86	199,57	--	--
5	0,38	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	162,91	22,04	199,57	--	--
6	0,48	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	162,91	14,23	199,57	--	--
7	0,57	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	162,91	9,96	199,57	--	--
8	0,67	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	162,91	7,38	199,57	--	--
9	0,76	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	162,91	5,70	199,57	--	--
10	0,85	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	162,91	4,55	199,57	--	--
11	0,95	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	162,91	3,71	199,57	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
12	0,00	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0	0	0	0
13	0,09	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	7	9	520	-64
14	0,19	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	29	19	2108	-259
15	0,28	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	67	29	4806	-590
16	0,38	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	121	40	8658	-1063
17	0,48	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	191	51	13705	-1683
18	0,57	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	279	62	19991	-2454
19	0,67	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	384	74	27557	-3383
20	0,76	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	508	86	36447	-4474
21	0,85	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	651	98	46702	-5733
22	0,95	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	814	111	58366	-7165

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	0,00	1000,00	199,57	--	--
2	0,20	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	-162,91	104,79	199,57	--	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 48 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

3	0,41	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	-162,91	26,87	199,57	--	--
4	0,61	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	-162,91	12,26	199,57	--	--
5	0,82	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	-162,91	7,09	199,57	--	--
6	1,02	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	-162,91	4,66	199,57	--	--
7	1,23	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	-162,91	3,33	199,57	--	--
8	1,43	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	-162,91	2,52	199,57	--	--
9	1,64	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	-162,91	1,99	199,57	--	--
10	1,84	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	-162,91	1,62	199,57	--	--
11	2,05	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0,00	-162,91	1,36	199,57	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
12	0,00	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	0	0	0	0
13	0,20	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	10	6	742	-91
14	0,41	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	36	9	2590	-318
15	0,61	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	69	10	4974	-611
16	0,82	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	102	10	7326	-899
17	1,02	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	127	10	9075	-1114
18	1,23	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	148	10	10620	-1304
19	1,43	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	181	-9	12948	-1590
20	1,64	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	208	-20	14944	-1835
21	1,84	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	229	-33	16423	-2016
22	2,05	1,00, 0,60	0,000770	0,000770	240	-49	17200	11115

VERIFICHE A TAGLIO

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono ripilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio (per metro lineare di sviluppo longitudinale)						
Sezione	V _{Ed}	b	h	V _{Rd}	ESITO	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Paramento	104	100	80	245	verificato	Spilli Φ10/40x40
Fondazione	98	100	100	220	verificato	Elemento non armato a taglio

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

L'analisi di stabilità globale condotta secondo il metodo di Bishop semplificato a portato alla seguente superficie di scorrimento critica:

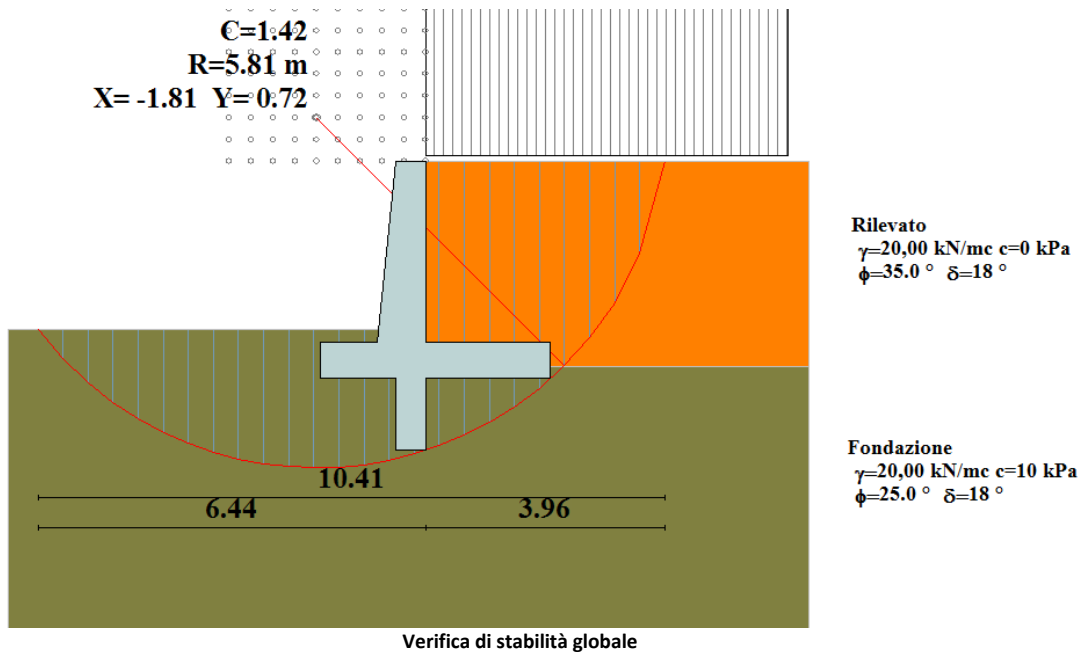
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 49 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



VERIFICHE STRUTTURALI DEL DENTE DI FONDAZIONE

La verifica del dente di fondazione è condotta considerando agente a valle del dente la spinta passiva secondo una distribuzione triangolare di pendenza " γK_p ", dove il coefficiente di spinta passiva è stato valutato secondo la formulazione di Rankine:

$$K_p = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}$$

In tal modo si sono ottenute le seguenti sollecitazioni per metro di lunghezza:

$$V_{sd} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K_p \cdot h_d^2 = 35,95 \text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = \frac{1}{6} \cdot \gamma \cdot K_p \cdot h_d^3 = 14,4 \text{ kNm/m}$$

dove h_d è l'altezza del dente di fondazione pari a 120 cm.

Con queste sollecitazioni si sono effettuate le verifiche allo SLU e allo SLE ottenendo i seguenti risultati:

Geometrie				
b (cm)	H (cm)	c (cm)	d (cm)	Ac (mm ²)
50	100	5	115,0	500000

Armature							
Armature taglio					Armature longitudinali .		
nb	\varnothing	p(cm)	Asw(mm ²)	a°	n	\varnothing	mm ²
2,5	10,0	40	196,35	90	5	14	769,7

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 50 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Verifiche allo SLU

Mx (daN*cm/cm)	My (daN*cm/cm)	N (daN/cm)	CS, Ncost
144000	0	0	18.83 > 1

Vsd (KN)	VRcd (KN)	VRsd (KN)	Vrd (KN)	C (Vrd/Vsd)	Esito
35.95	1159,25	194,48	194,48	5,40	Soddisfatta

Verifiche a fessurazione

Unità di misura daN, cm

Sollecitazioni riferite al baricentro

Me	Ne	Es/Ec	Wk(mm)	Srm(mm)	fctd
135000	0	15	0	0	14.1

VERIFICHE GETECNICHE

Si riportano di seguito i coefficienti di sicurezza per la valutazione della capacità portante nonché i coefficienti di sicurezza minimi provenienti dalla analisi.

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante

$N_c = 23.94$

$N_q = 13.20$

$N_\gamma = 9.46$

Fattori forma

$s_c = 1,00$

$s_q = 1,00$

$s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione

$i_c = 0,76$

$i_q = 0,76$

$i_\gamma = 0,32$

Fattori profondità

$d_c = 1,10$

$d_q = 1,05$

$d_\gamma = 1,05$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 19.95$

$N'_q = 10.50$

$N'_\gamma = 3.22$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.22

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

6.32

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 51 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

11.2 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI SOSTEGNO TIPO 2A

11.2.1 Modello di calcolo

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di Taglio, Momento e sforzo normale. Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze. La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidezza del palo K_e , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo. Nota la matrice di rigidezza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3x3) della palificata, K . A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con p il vettore dei carichi e con u il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da K_h) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno. In tale analisi i pali sono considerati incastrati alla fondazione di base. Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi svolte sul muro su pali. Per ulteriori dettagli si ribanda ai tabulati in allegato.

Si riportano di seguito in forma tabellare i valori delle spinte di natura statica e sismica per le combinazioni analizzate, gli inviluppi delle sollecitazioni nel muro, sulla fondazione e nei pali.

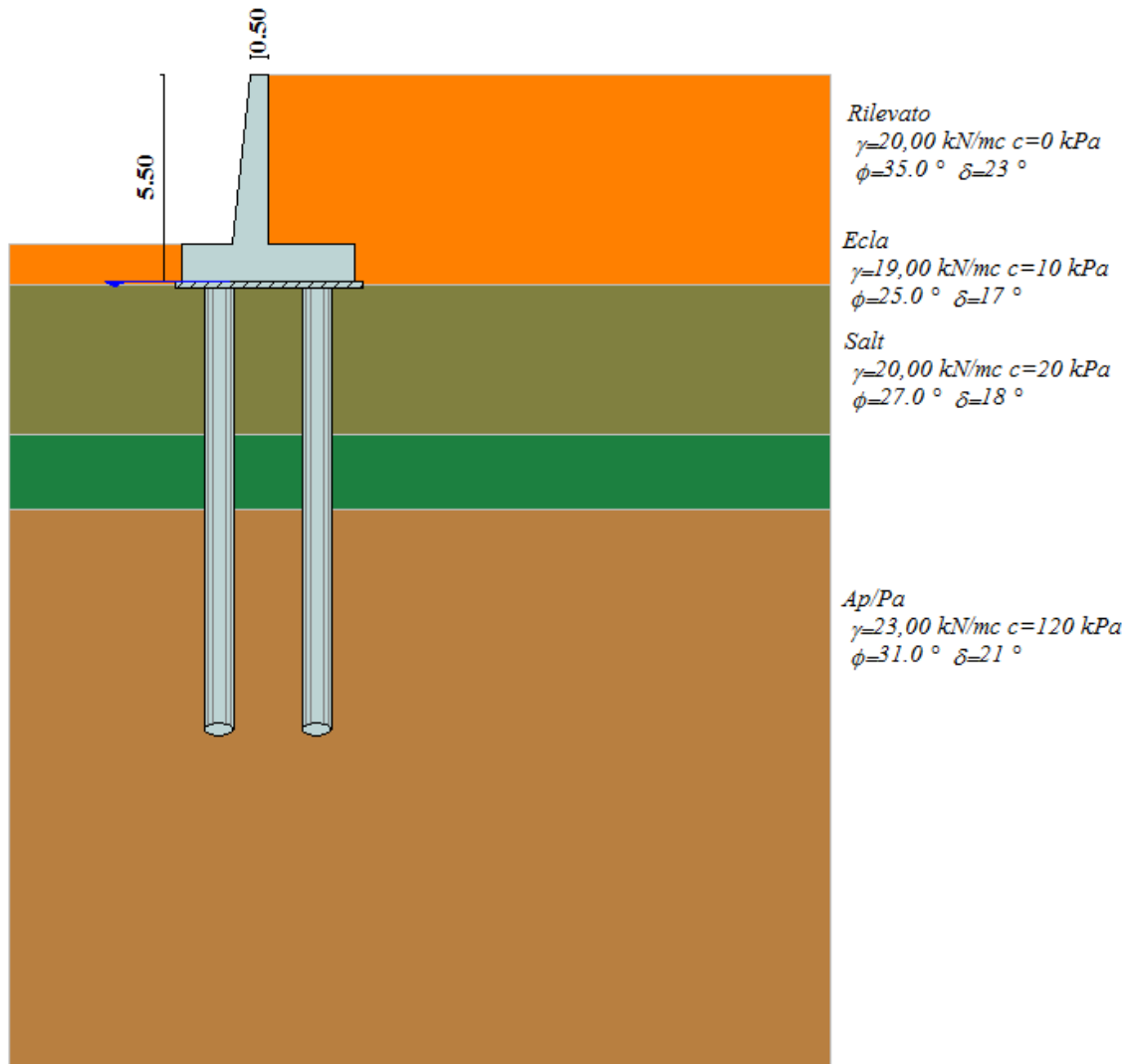
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 52 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Modello di calcolo muro su PALLI



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

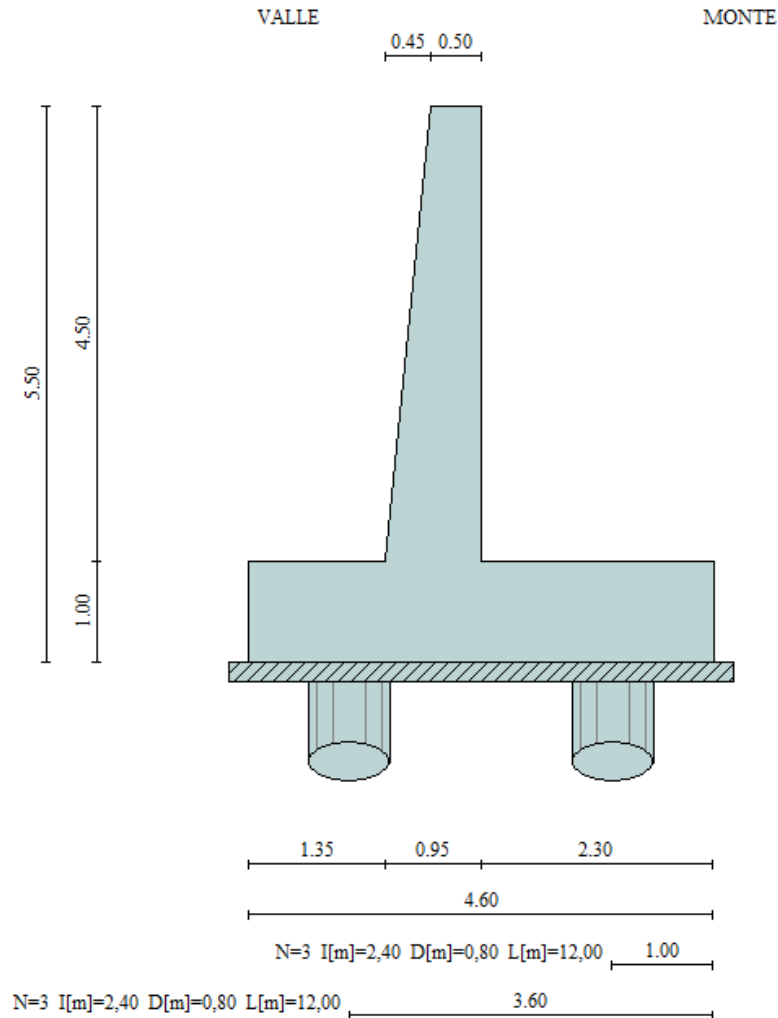
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 53 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Geometria muro

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	151,1559	0,0000
2	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	231,6538	0,0000
3	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	151,1559	0,0000
4	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	116,2737	76,8841
5	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	116,2737	97,9623
6	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--	116,2737	0,0000
7	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	156,4680	0,0000
8	SLER - [1]	--	--	--	--	--	169,9134	0,0000

Azioni risultanti sul muro

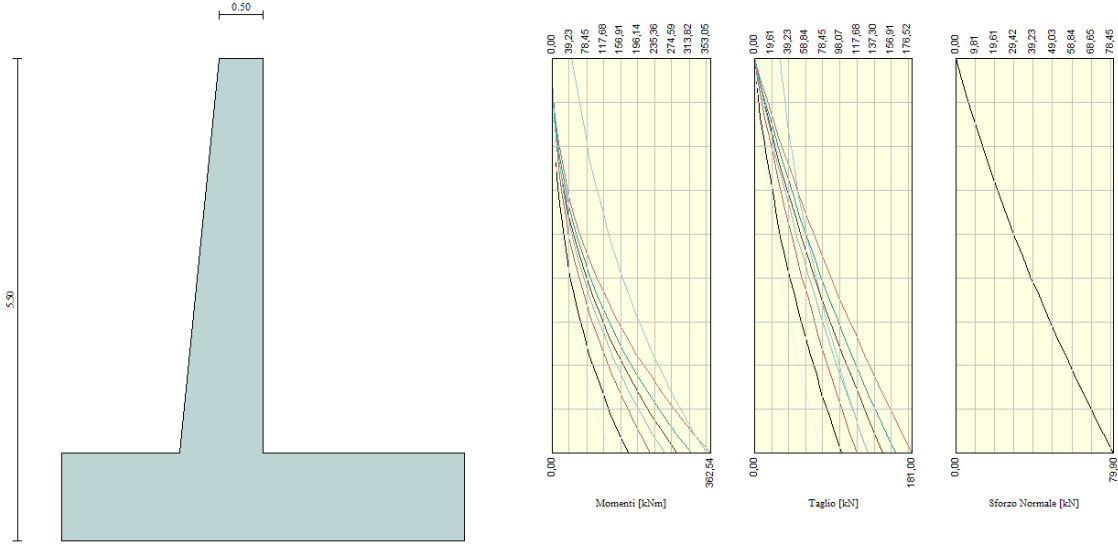
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 54 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Involuppo sollecitazioni sul muro

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 55 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

11.2.2 Verifiche strutturali

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	1φ22/20	1φ18/20	FONDAZIONE	1φ22/20	1φ22/20

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per la parte in elevazione (paramento e fondazione muro) ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm, mentre per i pali si è assunto un copriferro di calcolo pari a 7 cm.

Verifiche strutturali per paramento e fondazione

Di seguito si riporta l'inviluppo delle sollecitazioni nel paramento e nella fondazione ed i risultati delle verifiche strutturali.

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	45,0000	0,0000	30,0000
2	0,23	2,8200	2,8200	0,2272	51,9772	2,2106	32,2106
3	0,45	5,7637	5,7637	0,9533	59,4533	4,7232	34,7232
4	0,68	8,8312	8,8312	2,2443	67,4943	7,5325	37,5325
5	0,90	12,0223	12,0223	4,1652	76,1652	10,6372	40,6372
6	1,13	15,3371	15,3371	6,7813	85,5313	14,0373	44,0373
7	1,35	18,7757	18,7757	10,1574	95,6574	17,7328	47,7328
8	1,57	22,3379	22,3379	14,3587	106,6087	21,7237	52,2367
9	1,80	26,0239	26,0239	19,4502	118,4502	26,0100	60,6778
10	2,02	29,8336	29,8336	25,4971	131,2471	30,5916	69,3630
11	2,25	33,7669	33,7669	32,5643	145,0643	35,4687	78,2924
12	2,48	37,8240	37,8240	40,7170	159,9670	40,6412	87,4661
13	2,70	42,0048	42,0048	50,0201	176,0201	46,1090	96,8842
14	2,93	46,3093	46,3093	60,5388	193,2888	51,8723	106,5468
15	3,15	50,7375	50,7375	72,3381	211,8381	57,9309	116,4539
16	3,38	55,2894	55,2894	85,4831	231,7331	64,2849	126,6058
17	3,60	59,9650	59,9650	100,0389	253,0389	70,9344	137,0024
18	3,83	64,7643	64,7643	116,0704	275,8204	77,8792	147,6438
19	4,05	69,6873	69,6873	133,6428	300,1428	85,1194	158,5300
20	4,28	74,7341	74,7341	152,8212	326,0712	92,6550	169,6613
21	4,50	79,9045	79,9045	173,6677	362,5420	100,4387	180,9984

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,23	2,8200	2,8200	0,1711	0,5092	1,7005	4,7010
3	0,45	5,7637	5,7637	0,7185	2,0669	3,6333	9,6091
4	0,68	8,8312	8,8312	1,6926	4,7172	5,7943	14,7125
5	0,90	12,0223	12,0223	3,1431	8,5021	8,1825	20,0084
6	1,13	15,3371	15,3371	5,1198	13,4635	10,7979	25,4969
7	1,35	18,7757	18,7757	7,6724	19,6434	13,6406	31,1781
8	1,57	22,3379	22,3379	10,8506	27,0836	16,7105	37,0521
9	1,80	26,0239	26,0239	14,7042	35,8263	20,0077	43,1189

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 56 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

10	2,02	29,8336	29,8336	19,2829	45,9134	23,5320	49,3787
11	2,25	33,7669	33,7669	24,6364	57,3869	27,2836	55,8315
12	2,48	37,8240	37,8240	30,8144	70,2888	31,2624	62,4773
13	2,70	42,0048	42,0048	37,8666	84,6613	35,4685	69,3163
14	2,93	46,3093	46,3093	45,8429	100,5463	39,9017	76,3485
15	3,15	50,7375	50,7375	54,7928	117,9859	44,5622	83,5739
16	3,38	55,2894	55,2894	64,7662	137,0223	49,4499	90,9927
17	3,60	59,9650	59,9650	75,8127	157,6975	54,5649	98,6047
18	3,83	64,7643	64,7643	87,9821	180,0536	59,9071	106,4102
19	4,05	69,6873	69,6873	101,3241	204,1327	65,4765	114,4090
20	4,28	74,7341	74,7341	115,8884	229,9771	71,2731	122,6014
21	4,50	79,9045	79,9045	131,7226	257,6268	77,2606	130,9563

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N _u	sfuerzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,50	0,000000	0,001272	0,00	0,00	0,06	173,53	--	--
2	0,23	1,00, 0,52	0,001901	0,001272	18,53	-341,58	6,57	205,60	--	--
3	0,45	1,00, 0,55	0,001901	0,001272	35,08	-361,86	6,09	210,47	--	--
4	0,68	1,00, 0,57	0,001901	0,001272	50,00	-382,11	5,66	215,29	--	--
5	0,90	1,00, 0,59	0,001901	0,001272	63,51	-402,33	5,28	220,05	--	--
6	1,13	1,00, 0,61	0,001901	0,001272	75,76	-422,51	4,94	224,76	--	--
7	1,35	1,00, 0,64	0,001901	0,001272	86,88	-442,65	4,63	229,42	--	--
8	1,57	1,00, 0,66	0,001901	0,001272	96,96	-462,73	4,34	234,04	--	--
9	1,80	1,00, 0,68	0,001901	0,001272	106,06	-482,75	4,08	238,63	--	--
10	2,02	1,00, 0,70	0,001901	0,001272	114,27	-502,69	3,83	243,17	--	--
11	2,25	1,00, 0,73	0,001901	0,001272	121,63	-522,55	3,60	247,68	--	--
12	2,48	1,00, 0,75	0,001901	0,001272	128,23	-542,32	3,39	252,16	--	--
13	2,70	1,00, 0,77	0,001901	0,001272	134,11	-561,99	3,19	256,61	--	--
14	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,001272	139,34	-581,57	3,01	261,03	--	--
15	3,15	1,00, 0,82	0,001901	0,001272	143,96	-601,05	2,84	265,43	--	--
16	3,38	1,00, 0,84	0,001901	0,001272	148,03	-620,43	2,68	269,80	--	--
17	3,60	1,00, 0,86	0,001901	0,001272	151,60	-639,71	2,53	274,16	--	--
18	3,83	1,00, 0,88	0,000000	0,001272	0,41	-1,73	0,01	278,95	--	--
19	4,05	1,00, 0,91	0,001901	0,001272	157,42	-677,99	2,26	285,09	--	--
20	4,28	1,00, 0,93	0,001901	0,001272	159,75	-696,99	2,14	291,23	--	--
21	4,50	1,00, 0,95	0,001901	0,001272	157,41	-714,19	1,97	297,37	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,00, 0,50	0,000000	0,001272	0	0	0	0
2	0,23	1,00, 0,52	0,001901	0,001272	16	11	102	-214
3	0,45	1,00, 0,55	0,001901	0,001272	61	22	1104	-749
4	0,68	1,00, 0,57	0,001901	0,001272	128	33	3139	-1539

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 57 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

5	0,90	1,00, 0,59	0,001901	0,001272	215	43	6099	-2541
6	1,13	1,00, 0,61	0,001901	0,001272	317	52	9904	-3729
7	1,35	1,00, 0,64	0,001901	0,001272	433	62	14490	-5082
8	1,57	1,00, 0,66	0,001901	0,001272	561	71	19802	-6582
9	1,80	1,00, 0,68	0,001901	0,001272	699	79	25795	-8214
10	2,02	1,00, 0,70	0,001901	0,001272	846	88	32429	-9964
11	2,25	1,00, 0,73	0,001901	0,001272	1001	96	39670	-11821
12	2,48	1,00, 0,75	0,001901	0,001272	1163	104	47488	-13776
13	2,70	1,00, 0,77	0,001901	0,001272	1332	112	55858	-15821
14	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,001272	1506	119	64756	-17948
15	3,15	1,00, 0,82	0,001901	0,001272	1686	127	74162	-20150
16	3,38	1,00, 0,84	0,001901	0,001272	1870	134	84060	-22424
17	3,60	1,00, 0,86	0,001901	0,001272	2058	141	94433	-24763
18	3,83	1,00, 0,88	0,000000	0,001272	395166	149	0	3752674
19	4,05	1,00, 0,91	0,001901	0,001272	2447	156	116549	-29622
20	4,28	1,00, 0,93	0,001901	0,001272	2647	163	128269	-32134
21	4,50	1,00, 0,95	0,001901	0,001272	2850	169	140416	-34698

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00	297,79	--	--
2	0,15	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00	297,79	--	--
3	0,30	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	129,14	297,79	--	--
4	0,45	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	60,58	297,79	--	--
5	0,60	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	22,35	297,79	--	--
6	0,73	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	16,54	297,79	--	--
7	0,87	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	14,43	297,79	--	--
8	1,00	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	688,89	10,29	297,79	--	--
9	1,18	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	688,89	5,31	297,79	--	--
10	1,35	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	688,89	2,01	297,79	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
11	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	1	0	0
12	0,15	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	5	0	0
13	0,30	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	28	12	1689	1672
14	0,45	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	58	23	3571	3216
15	0,60	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	198	41	6754	12128
16	0,73	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	269	58	10637	16539
17	0,87	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	249	132	15259	10765
18	1,00	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	351	207	21547	-4147
19	1,18	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	704	305	43234	-8321
20	1,35	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	1943	411	119281	-22956

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00	297,79	--	--
2	0,15	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00	297,79	--	--
3	0,30	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	53,19	297,79	--	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 58 di 326
------------	------------	-----------	--------	------------	--------------	-------------	--------	------------------------

4	0,45	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	29,06	297,79	--	--
5	0,60	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	15,69	297,79	--	--
6	0,73	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	10,23	297,79	--	--
7	0,87	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	8,03	297,79	--	--
8	1,00	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	6,81	297,79	--	--
9	1,13	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	6,04	297,79	--	--
10	1,27	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	5,56	297,79	--	--
11	1,40	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	4,51	297,79	--	--
12	1,55	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	3,62	297,79	--	--
13	1,70	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	2,95	297,79	--	--
14	1,85	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	2,47	297,79	--	--
15	2,00	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	2,11	297,79	--	--
16	2,15	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	1,82	297,79	--	--
17	2,30	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	0,00	-688,89	1,58	297,79	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
18	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	0	0	0
19	0,15	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	0	0	0
20	0,30	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	103	0	-1211	6294
21	0,45	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	177	0	-2093	10875
22	0,60	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	330	0	-3905	20291
23	0,73	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	510	0	-6024	31300
24	0,87	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	632	0	-7464	38782
25	1,00	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	715	0	-8451	43910
26	1,13	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	765	2	-9039	46966
27	1,27	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	776	24	-9168	47636
28	1,40	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	728	55	-8602	44698
29	1,55	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	707	26	-8351	43393
30	1,70	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	791	11	-9349	48580
31	1,85	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	939	0	-11092	57636
32	2,00	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	1139	0	-13462	69951
33	2,15	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	1428	0	-16868	87648
34	2,30	1,00, 1,00	0,001901	0,001901	1934	0	-22850	118731

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	0,00	0,000000	0,001272	-59,91	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,23	0,001901	0,001272	-74,30	-0,17	0,0000	0,00	0,000
3	0,45	0,001901	0,001272	-80,52	-0,72	0,0000	0,00	0,000
4	0,68	0,001901	0,001272	-86,98	-1,69	0,0000	0,00	0,000
5	0,90	0,001901	0,001272	-93,67	-3,14	0,0000	0,00	0,000
6	1,13	0,001901	0,001272	-100,61	-5,12	0,0000	0,00	0,000
7	1,35	0,001901	0,001272	-107,78	-7,67	0,0000	0,00	0,000
8	1,57	0,001901	0,001272	-115,20	-10,85	0,0000	0,00	0,000
9	1,80	0,001901	0,001272	-122,85	-14,70	0,0000	0,00	0,000
10	2,02	0,001901	0,001272	-130,74	-19,28	0,0000	0,00	0,000
11	2,25	0,001901	0,001272	-138,87	-24,64	0,0000	0,00	0,000
12	2,48	0,001901	0,001272	-147,24	-30,81	0,0000	0,00	0,000
13	2,70	0,001901	0,001272	-155,85	-37,87	0,0000	0,00	0,000
14	2,93	0,001901	0,001272	-164,69	-45,84	0,0000	0,00	0,000
15	3,15	0,001901	0,001272	-173,78	-54,79	0,0000	0,00	0,000
16	3,38	0,001901	0,001272	-183,10	-64,77	0,0000	0,00	0,000
17	3,60	0,001901	0,001272	-192,66	-75,81	0,0000	0,00	0,000
18	3,83	0,000000	0,001272	-185,78	-87,98	0,0000	0,00	0,000
19	4,05	0,001901	0,001272	-212,50	-101,32	0,0000	0,00	0,000
20	4,28	0,001901	0,001272	-222,77	-115,89	0,0000	0,00	0,000
21	4,50	0,001901	0,001272	-233,29	-131,72	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
----	---	-----------------	-----------------	-----------------	---	----------------	----------------	---

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 59 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

1	-2,30	0,000000	0,000000	235,31	0,10	0,0000	0,00	0,000
2	-2,15	0,000000	0,000000	235,31	1,92	0,0000	0,00	0,000
3	-2,00	0,001901	0,001901	-259,00	-2,41	0,0000	0,00	0,000
4	-1,85	0,001901	0,001901	-259,00	-4,73	0,0000	0,00	0,000
5	-1,70	0,001901	0,001901	-259,00	-16,63	0,0000	0,00	0,000
6	-1,57	0,001901	0,001901	-259,00	-22,83	0,0000	0,00	0,000
7	-1,43	0,001901	0,001901	259,00	17,22	0,0000	0,00	0,000
8	-1,30	0,001901	0,001901	259,00	24,51	0,0000	0,00	0,000
9	-1,13	0,001901	0,001901	259,00	51,10	0,0000	0,00	0,000
10	-0,95	0,001901	0,001901	259,00	147,09	0,0000	0,00	0,000
11	0,00	0,001901	0,001901	-259,00	-122,08	0,0000	0,00	0,000
12	0,15	0,001901	0,001901	-259,00	-85,86	0,0000	0,00	0,000
13	0,30	0,001901	0,001901	-259,00	-66,94	0,0000	0,00	0,000
14	0,45	0,001901	0,001901	-259,00	-54,69	0,0000	0,00	0,000
15	0,60	0,001901	0,001901	-259,00	-46,34	0,0000	0,00	0,000
16	0,75	0,001901	0,001901	-259,00	-42,72	0,0000	0,00	0,000
17	0,90	0,001901	0,001901	-259,00	-47,22	0,0000	0,00	0,000
18	1,03	0,001901	0,001901	-259,00	-53,26	0,0000	0,00	0,000
19	1,17	0,001901	0,001901	-259,00	-54,32	0,0000	0,00	0,000
20	1,30	0,001901	0,001901	-259,00	-51,99	0,0000	0,00	0,000
21	1,43	0,001901	0,001901	-259,00	-46,72	0,0000	0,00	0,000
22	1,57	0,001901	0,001901	-259,00	-38,12	0,0000	0,00	0,000
23	1,70	0,001901	0,001901	-259,00	-24,69	0,0000	0,00	0,000
24	1,85	0,001901	0,001901	-259,00	-13,22	0,0000	0,00	0,000
25	2,00	0,001901	0,001901	-259,00	-7,80	0,0000	0,00	0,000
26	2,15	0,000000	0,000000	-235,31	-3,34	0,0000	0,00	0,000
27	2,30	0,000000	0,000000	235,31	0,24	0,0000	0,00	0,000

VERIFICHE A TAGLIO

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio (per metro lineare di sviluppo longitudinale)						
Sezione	V _{Ed}	b	h	V _{Rd}	ESITO	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Paramento	181	100	115	366	verificato	Spilli $\Phi 12/40 \times 40$
Fondazione	354	100	100	389	verificato	Elemento non armato a taglio

VERIFICHE STRUTTURALI PALI DI FONDAZIONE

Per i pali di fondazione si prevedono le seguenti armature:

- Gabbia superiore 18 $\phi 22$ e staffa a spirale $\phi 14/20$
- Gabbia inferiore 16 $\phi 18$ e staffa a spirale $\phi 12/20$

Si riportano i risultati in termini di sollecitazione sul palo e verifiche a flessione e taglio:

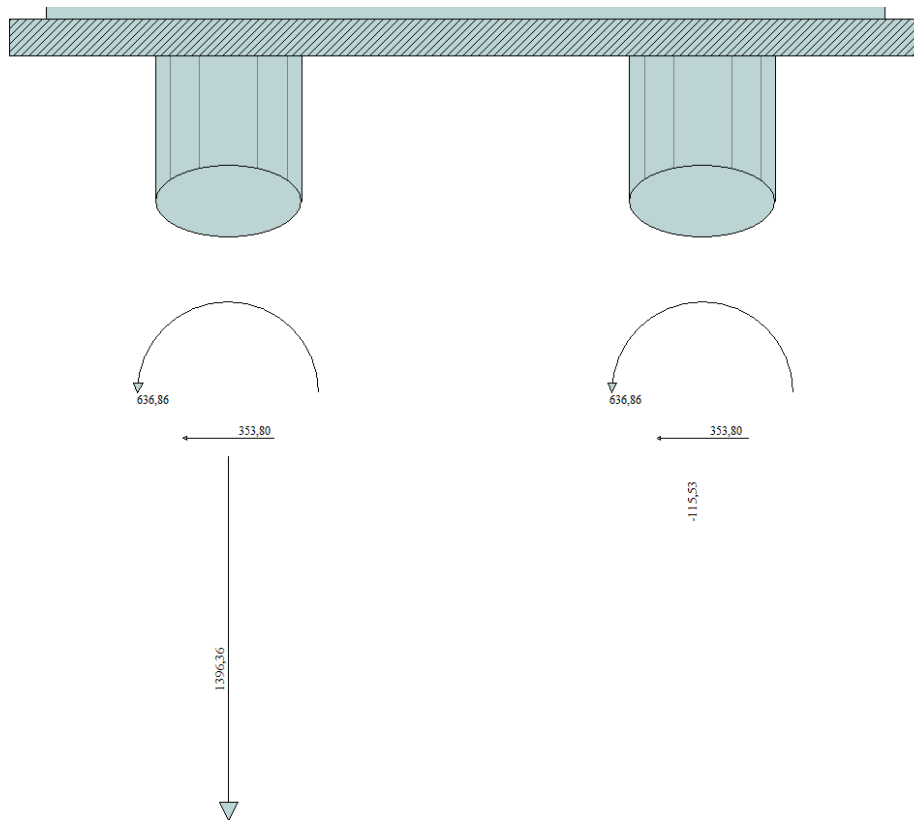
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 60 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Sollecitazioni massime testa palo – SLU

Verifica a pressoflessione - SLU			Verifica a taglio - SLU		
$M_{Ed,Max}$	M_{Rd}	c.s. Flessione	$V_{Ed,Max}$	V_{Rd}	c.s. Taglio
[kNm]	[kNm]	[-]	[kNm]	[kNm]	[-]
637	644	1.01	596	679	1.14

Verifica tensionale - SLE			Verifica a fessurazione - SLE			
Combo Rara			Combo QP		Combo F	
$M_{Ed,Max}$	$\sigma_{C,MAX}$	$\sigma_{S,MIN}$	$M_{Ed,Max}$	w	$M_{Ed,Max}$	w
[kNm]	[MPa]	[MPa]	[kNm]	[mm]	[kNm]	[mm]
360	10.0	-220	245	0.123	331	0.263

11.2.3 Verifiche capacità portante

Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la valutazione della lunghezza minima dei pali necessaria al soddisfacimento delle verifiche di capacità portante. In particolare da un confronto tra i valori massimi degli sforzi normali massimi attesi e le curve di capacità portante presentate nel paragrafo dedicato, con riferimento ai pali di diametro D800 si è ottenuto

$N_{Ed,Max} = 1396 \text{ kN}$; $N_{Ed,Min} = -115 \text{ kN}$

In definitiva si è assunto per il muro **Lpali = 12.00m**.



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 61 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 62 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

11.3 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI SOSTEGNO TIPO 2B

11.3.1 Modello di calcolo

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di Taglio, Momento e sforzo normale. Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze. La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidezza del palo K_e , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo. Nota la matrice di rigidezza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3x3) della palificata, K . A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con p il vettore dei carichi e con u il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da K_h) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno. In tale analisi i pali sono considerati incastrati alla fondazione di base. Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi svolte sul muro su pali. Per ulteriori dettagli si ribanda ai tabulati in allegato.

Si riportano di seguito in forma tabellare i valori delle spinte di natura statica e sismica per le combinazioni analizzate, gli involuipi delle sollecitazioni nel muro, sulla fondazione e nei pali.

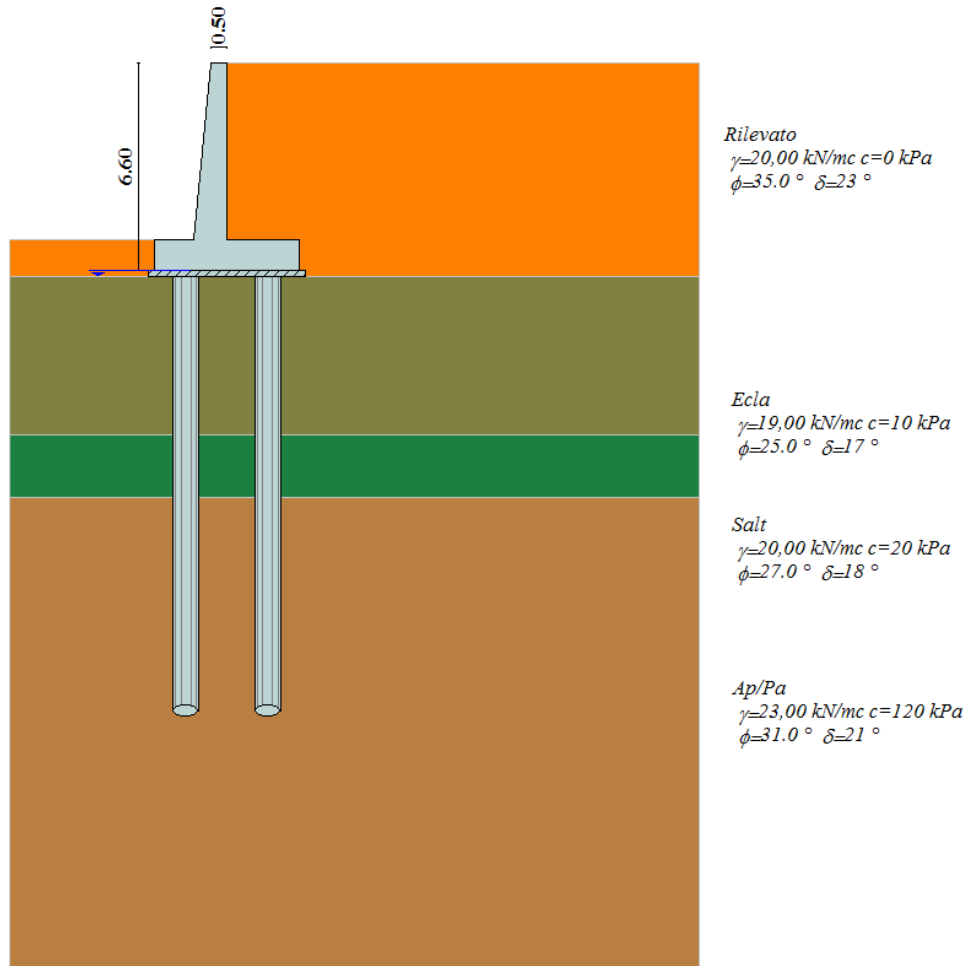
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 63 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Modello di calcolo muro su PALI

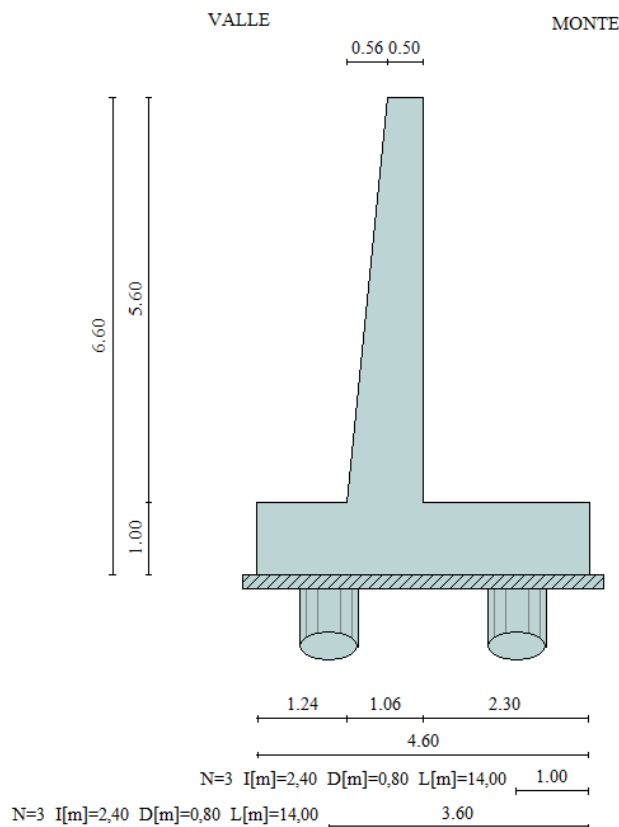
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 64 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Geometria muro

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	217,6668	0,0000
2	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	310,3091	0,0000
3	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	217,6668	0,0000
4	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	167,4360	110,7143
5	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	167,4360	141,0673
6	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--	167,4360	0,0000
7	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	213,6679	0,0000
8	SLER - [1]	--	--	--	--	--	229,1554	0,0000

Azioni risultanti sul muro

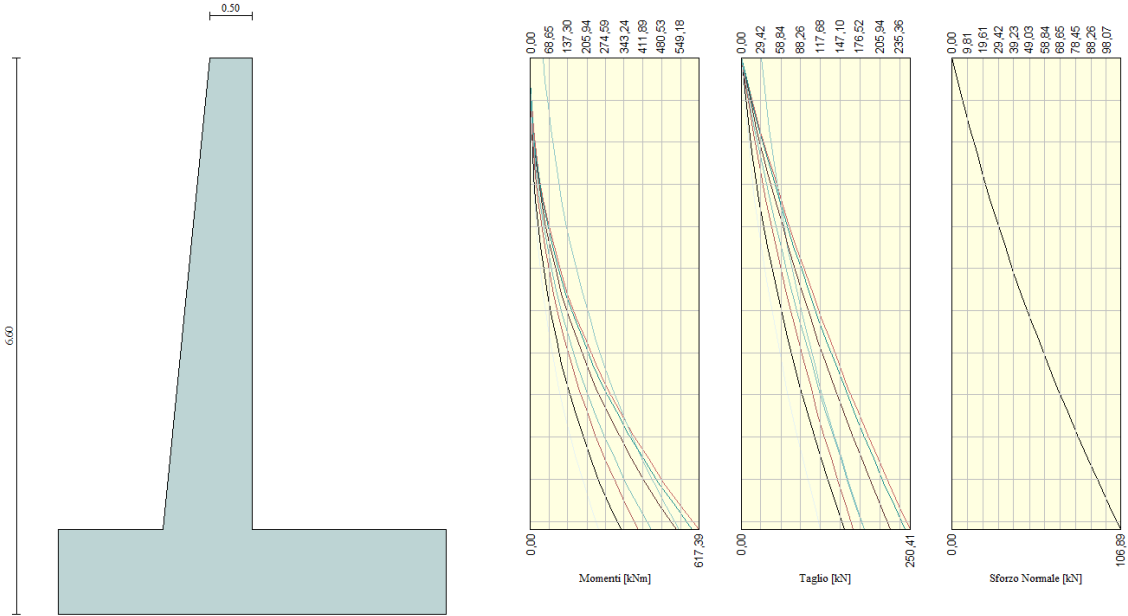
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 65 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Inviluppo sollecitazioni sul muro

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 66 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

11.3.2 Verifiche strutturali

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	1φ24/20	1φ20/20	FONDAZIONE	1φ24/20	1φ24/20

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per la parte in elevazione (paramento e fondazione muro) ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm, mentre per i pali si è assunto un copriferro di calcolo pari a 7 cm.

Verifiche strutturali per paramento e fondazione

Di seguito si riporta l'involuppo delle sollecitazioni nel paramento e nella fondazione ed i risultati delle verifiche strutturali.

Involuppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	45,0000	0,0000	30,0000
2	0,28	3,5280	3,5280	0,4282	53,8282	3,3117	33,3117
3	0,56	7,2472	7,2472	1,7982	63,5982	7,0887	37,0887
4	0,84	11,1576	11,1576	4,2366	74,4366	11,3248	41,3248
5	1,12	15,2593	15,2593	7,8689	86,4689	16,0183	46,0183
6	1,40	19,5522	19,5522	12,8206	99,8206	21,1693	51,1693
7	1,68	24,0363	24,0363	19,2171	114,6171	26,7778	59,2354
8	1,96	28,7116	28,7116	27,1837	130,9837	32,8437	70,4339
9	2,24	33,5781	33,5781	36,8459	149,0459	39,3671	82,0104
10	2,52	38,6359	38,6359	48,3290	168,9290	46,3479	93,9650
11	2,80	43,8849	43,8849	61,7584	190,7584	53,7862	106,2981
12	3,08	49,3251	49,3251	77,2596	214,6596	61,6819	119,0098
13	3,36	54,9565	54,9565	94,9580	240,7580	70,0352	132,1002
14	3,64	60,7792	60,7792	114,9789	269,1789	78,8458	145,5695
15	3,92	66,7930	66,7930	137,4477	300,0477	88,1139	159,4179
16	4,20	72,9981	72,9981	162,4899	333,4899	97,8395	173,6455
17	4,48	79,3944	79,3944	190,2308	377,4865	108,0226	188,2524
18	4,76	85,9819	85,9819	220,7958	431,1261	118,6631	203,2386
19	5,04	92,7607	92,7607	254,3104	488,9212	129,7610	218,6045
20	5,32	99,7307	99,7307	290,8999	550,9753	141,3165	234,3499
21	5,60	106,8919	106,8919	330,6843	617,3875	153,2562	250,4145

Involuppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,28	3,5280	3,5280	0,3238	0,8472	2,5474	6,2790
3	0,56	7,2472	7,2472	1,3602	3,4457	5,4529	12,8716
4	0,84	11,1576	11,1576	3,2061	7,8791	8,7114	19,7653
5	1,12	15,2593	15,2593	5,9576	14,2283	12,3218	26,9572
6	1,40	19,5522	19,5522	9,7103	22,5741	16,2841	34,4474
7	1,68	24,0363	24,0363	14,5601	32,9974	20,5983	42,2362
8	1,96	28,7116	28,7116	20,6030	45,5790	25,2644	50,3236
9	2,24	33,5781	33,5781	27,9346	60,4001	30,2824	58,7099

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 67 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

10	2,52	38,6359	38,6359	36,6510	77,5415	35,6522	67,3951
11	2,80	43,8849	43,8849	46,8478	97,0843	41,3740	76,3794
12	3,08	49,3251	49,3251	58,6209	119,1096	47,4476	85,6628
13	3,36	54,9565	54,9565	72,0663	143,6984	53,8732	95,2455
14	3,64	60,7792	60,7792	87,2796	170,9318	60,6506	105,1274
15	3,92	66,7930	66,7930	104,3568	200,8910	67,7800	115,3089
16	4,20	72,9981	72,9981	123,3937	233,6572	75,2612	125,7898
17	4,48	79,3944	79,3944	144,4862	269,3115	83,0943	136,5703
18	4,76	85,9819	85,9819	167,7300	307,9352	91,2793	147,6504
19	5,04	92,7607	92,7607	193,2211	349,6094	99,8162	159,0302
20	5,32	99,7307	99,7307	221,0552	394,4153	108,7050	170,7098
21	5,60	106,8919	106,8919	251,3240	442,4307	117,8894	182,6412

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,50	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00	173,53	--	--
2	0,28	1,00, 0,53	0,002262	0,001571	26,90	-410,46	7,63	219,11	--	--
3	0,56	1,00, 0,56	0,002262	0,001571	50,18	-440,33	6,92	225,46	--	--
4	0,84	1,00, 0,58	0,002262	0,001571	70,46	-470,08	6,32	231,73	--	--
5	1,12	1,00, 0,61	0,002262	0,001571	88,19	-499,72	5,78	237,90	--	--
6	1,40	1,00, 0,64	0,002262	0,001571	103,66	-529,22	5,30	244,00	--	--
7	1,68	1,00, 0,67	0,002262	0,001571	117,14	-558,57	4,87	250,03	--	--
8	1,96	1,00, 0,70	0,002262	0,001571	128,84	-587,75	4,49	255,99	--	--
9	2,24	1,00, 0,72	0,002262	0,001571	138,95	-616,76	4,14	261,90	--	--
10	2,52	1,00, 0,75	0,002262	0,001571	147,65	-645,59	3,82	267,75	--	--
11	2,80	1,00, 0,78	0,002262	0,001571	155,11	-674,23	3,53	273,55	--	--
12	3,08	1,00, 0,81	0,002262	0,001571	161,47	-702,69	3,27	279,31	--	--
13	3,36	1,00, 0,84	0,002262	0,001571	166,85	-730,97	3,04	285,03	--	--
14	3,64	1,00, 0,86	0,002262	0,001571	171,40	-759,09	2,82	290,71	--	--
15	3,92	1,00, 0,89	0,002262	0,001571	175,20	-787,05	2,62	296,35	--	--
16	4,20	1,00, 0,92	0,002262	0,001571	178,36	-814,85	2,44	301,97	--	--
17	4,48	1,00, 0,95	0,002262	0,001571	176,86	-840,89	2,23	307,55	--	--
18	4,76	1,00, 0,98	0,002262	0,001571	172,67	-865,81	2,01	313,11	--	--
19	5,04	1,00, 1,00	0,000000	0,001571	0,31	-1,65	0,00	311,88	--	--
20	5,32	1,00, 1,03	0,002262	0,001571	165,80	-915,98	1,66	324,16	--	--
21	5,60	1,00, 1,06	0,002262	0,001571	162,95	-941,19	1,52	329,66	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,00, 0,50	0,000000	0,000000	0	0	0	0
2	0,28	1,00, 0,53	0,002262	0,001571	25	15	257	-322
3	0,56	1,00, 0,56	0,002262	0,001571	91	29	1889	-1107
4	0,84	1,00, 0,58	0,002262	0,001571	188	43	4878	-2248

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 68 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

5	1,12	1,00, 0,61	0,002262	0,001571	310	55	9067	-3685
6	1,40	1,00, 0,64	0,002262	0,001571	452	68	14340	-5374
7	1,68	1,00, 0,67	0,002262	0,001571	612	79	20600	-7281
8	1,96	1,00, 0,70	0,002262	0,001571	786	90	27771	-9377
9	2,24	1,00, 0,72	0,002262	0,001571	972	101	35786	-11639
10	2,52	1,00, 0,75	0,002262	0,001571	1169	111	44592	-14047
11	2,80	1,00, 0,78	0,002262	0,001571	1375	122	54144	-16586
12	3,08	1,00, 0,81	0,002262	0,001571	1589	131	64402	-19242
13	3,36	1,00, 0,84	0,002262	0,001571	1811	141	75332	-22004
14	3,64	1,00, 0,86	0,002262	0,001571	2038	150	86907	-24862
15	3,92	1,00, 0,89	0,002262	0,001571	2271	159	99101	-27808
16	4,20	1,00, 0,92	0,002262	0,001571	2509	168	111893	-30836
17	4,48	1,00, 0,95	0,002262	0,001571	2752	177	125264	-33939
18	4,76	1,00, 0,98	0,002262	0,001571	2999	186	139197	-37111
20	5,32	1,00, 1,03	0,002262	0,001571	3505	203	168694	-43650
21	5,60	1,00, 1,06	0,002262	0,001571	3764	211	184231	-47007

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00	297,79	--	--
2	0,15	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00	297,79	--	--
3	0,30	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	1614,88	155,89	304,79	--	--
4	0,45	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	1614,88	69,86	304,79	--	--
5	0,60	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	1614,88	16,92	304,79	--	--
6	0,73	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	1614,88	13,53	304,79	--	--
7	0,87	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	1614,88	23,20	304,79	--	--
8	1,00	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	1614,88	15,94	304,79	--	--
9	1,12	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	1614,88	7,20	304,79	--	--
10	1,24	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	1614,88	3,45	304,79	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
11	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	2	0	0
12	0,15	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	9	0	0
13	0,30	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	36	15	1347	1738
14	0,45	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	70	31	2607	3889
15	0,60	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	234	66	4597	14956
16	0,73	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	296	97	6805	18918
17	0,87	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	258	226	9556	7900
18	1,00	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	379	345	14019	-4860
19	1,12	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	870	454	32218	-11170
20	1,24	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	1854	579	68628	-23793

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00	297,79	--	--
2	0,15	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00	297,79	--	--
3	0,30	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	62,29	304,79	--	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 69 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

4	0,45	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	31,67	304,79	--	--
5	0,60	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	17,26	304,79	--	--
6	0,73	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	11,34	304,79	--	--
7	0,87	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	8,62	304,79	--	--
8	1,00	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	6,99	304,79	--	--
9	1,13	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	5,79	304,79	--	--
10	1,27	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	4,51	304,79	--	--
11	1,40	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	3,62	297,79	--	--
12	1,55	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	2,88	297,79	--	--
13	1,70	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	2,33	304,79	--	--
14	1,85	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	1,94	304,79	--	--
15	2,00	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	1,65	304,79	--	--
16	2,15	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	1,43	304,79	--	--
17	2,30	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	0,00	-819,43	1,24	304,79	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
18	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	0	0	0
19	0,15	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	0	0	0
20	0,30	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	86	0	-1003	5461
21	0,45	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	156	0	-1832	9981
22	0,60	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	290	0	-3393	18479
23	0,73	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	444	0	-5202	28338
24	0,87	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	565	0	-6619	36055
25	1,00	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	666	0	-7797	42473
26	1,13	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	749	0	-8775	47797
27	1,27	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	812	1	-9510	51801
28	1,40	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	840	21	-9842	53609
29	1,55	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	902	6	-10567	57559
30	1,70	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	1045	0	-12243	66687
31	1,85	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	1239	0	-14513	79056
32	2,00	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	1477	0	-17303	94248
33	2,15	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	1783	0	-20884	113758
34	2,30	1,00, 1,00	0,002262	0,004524	2243	0	-26277	143131

Verifica fessurazione paramento

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	0,00	0,000000	0,000000	-58,83	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,28	0,002262	0,001571	-77,78	-0,32	0,0000	0,00	0,000
3	0,56	0,002262	0,001571	-85,75	-1,36	0,0000	0,00	0,000
4	0,84	0,002262	0,001571	-94,10	-3,21	0,0000	0,00	0,000
5	1,12	0,002262	0,001571	-102,81	-5,96	0,0000	0,00	0,000
6	1,40	0,002262	0,001571	-111,88	-9,71	0,0000	0,00	0,000
7	1,68	0,002262	0,001571	-121,33	-14,56	0,0000	0,00	0,000
8	1,96	0,002262	0,001571	-131,15	-20,60	0,0000	0,00	0,000
9	2,24	0,002262	0,001571	-141,33	-27,93	0,0000	0,00	0,000
10	2,52	0,002262	0,001571	-151,88	-36,65	0,0000	0,00	0,000
11	2,80	0,002262	0,001571	-162,80	-46,85	0,0000	0,00	0,000
12	3,08	0,002262	0,001571	-174,09	-58,62	0,0000	0,00	0,000
13	3,36	0,002262	0,001571	-185,75	-72,07	0,0000	0,00	0,000
14	3,64	0,002262	0,001571	-197,77	-87,28	0,0000	0,00	0,000
15	3,92	0,002262	0,001571	-210,16	-104,36	0,0000	0,00	0,000
16	4,20	0,002262	0,001571	-222,92	-123,39	0,0000	0,00	0,000
17	4,48	0,002262	0,001571	-236,05	-144,49	0,0000	0,00	0,000
18	4,76	0,002262	0,001571	-249,55	-167,73	0,0000	0,00	0,000
19	5,04	0,000000	0,001571	-240,42	-193,22	0,0000	0,00	0,000
20	5,32	0,002262	0,001571	-277,64	-221,06	0,0000	0,00	0,000
21	5,60	0,002262	0,001571	-292,24	-251,32	0,0000	0,00	0,000

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 70 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-2,30	0,000000	0,000000	-235,31	-0,14	0,0000	0,00	0,000
2	-2,15	0,000000	0,000000	235,31	2,24	0,0000	0,00	0,000
3	-2,00	0,002262	0,004524	286,42	3,83	0,0000	0,00	0,000
4	-1,85	0,002262	0,004524	286,42	7,34	0,0000	0,00	0,000
5	-1,70	0,002262	0,004524	-268,65	-24,51	0,0000	0,00	0,000
6	-1,57	0,002262	0,004524	-268,65	-31,24	0,0000	0,00	0,000
7	-1,43	0,002262	0,004524	286,42	26,88	0,0000	0,00	0,000
8	-1,30	0,002262	0,004524	286,42	39,72	0,0000	0,00	0,000
9	-1,18	0,002262	0,004524	286,42	94,26	0,0000	0,00	0,000
10	-1,06	0,002262	0,004524	286,42	204,01	0,0000	0,00	0,000
11	0,00	0,002262	0,004524	-268,65	-190,62	0,0000	0,00	0,000
12	0,15	0,002262	0,004524	-268,65	-147,43	0,0000	0,00	0,000
13	0,30	0,002262	0,004524	-268,65	-120,77	0,0000	0,00	0,000
14	0,45	0,002262	0,004524	-268,65	-100,96	0,0000	0,00	0,000
15	0,60	0,002262	0,004524	-268,65	-85,43	0,0000	0,00	0,000
16	0,75	0,002262	0,004524	-268,65	-74,93	0,0000	0,00	0,000
17	0,90	0,002262	0,004524	-268,65	-72,72	0,0000	0,00	0,000
18	1,03	0,002262	0,004524	-268,65	-73,22	0,0000	0,00	0,000
19	1,17	0,002262	0,004524	-268,65	-69,57	0,0000	0,00	0,000
20	1,30	0,002262	0,004524	-268,65	-63,26	0,0000	0,00	0,000
21	1,43	0,002262	0,004524	-268,65	-54,69	0,0000	0,00	0,000
22	1,57	0,002262	0,004524	-268,65	-43,53	0,0000	0,00	0,000
23	1,70	0,002262	0,004524	-268,65	-28,34	0,0000	0,00	0,000
24	1,85	0,002262	0,004524	-268,65	-15,28	0,0000	0,00	0,000
25	2,00	0,002262	0,004524	-268,65	-8,57	0,0000	0,00	0,000
26	2,15	0,000000	0,000000	-235,31	-3,41	0,0000	0,00	0,000
27	2,30	0,000000	0,000000	235,31	0,28	0,0000	0,00	0,000

VERIFICHE A TAGLIO

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio (per metro lineare di sviluppo longitudinale)						
Sezione	V _{Ed}	b	h	V _{Rd}	ESITO	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Paramento	250	100	115	616	verificato	Spilli Φ14/40x40
Fondazione	420	100	100	822	verificato	Φ18/20

VERIFICHE STRUTTURALI PALI DI FONDAZIONE

Per i pali di fondazione si prevedono le seguenti armature:

- Gabbia superiore 22φ22 e staffa a spirale φ14/20
- Gabbia inferiore 18φ18 e staffa a spirale φ12/20

Si riportano i risultati in termini di sollecitazione sul palo e verifiche a flessione e taglio:

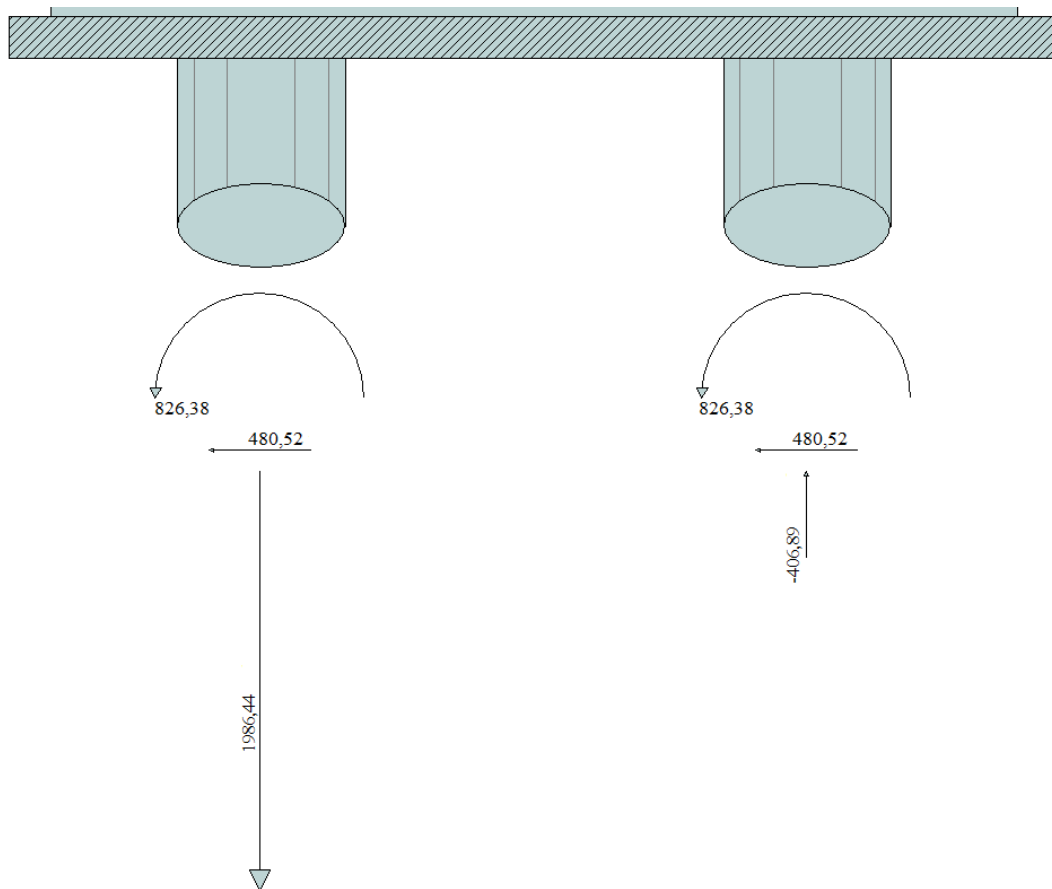
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 71 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Sollecitazioni massime testa palo – SLU

Verifica a pressoflessione - SLU			Verifica a taglio - SLU		
$M_{Ed,Max}$	M_{Rd}	c.s. Flessione	$V_{Ed,Max}$	V_{Rd}	c.s. Taglio
[kNm]	[kNm]	[-]	[kNm]	[kNm]	[-]
826	860	1.04	480	679	1.41

Verifica tensionale - SLE			Verifica a fessurazione - SLE			
Combo Rara			Combo QP		Combo F	
$M_{Ed,Max}$	$\sigma_{c,MAX}$	$\sigma_{s,MIN}$	$M_{Ed,Max}$	w	$M_{Ed,Max}$	w
[kNm]	[MPa]	[MPa]	[kNm]	[mm]	[kNm]	[mm]
464	10.6	-221	340	0.159	433	0.247

11.3.3 Verifiche capacità portante

Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la valutazione della lunghezza minima dei pali necessaria al soddisfacimento delle verifiche di capacità portante. In particolare da un confronto tra i valori massimi degli sforzi normali massimi attesi e le curve di capacità portante presentate nella "Relazione geotecnica generale sulle opere



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 72 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

all'aperto" – L0703212E02GE0001REL01, con riferimento ai pali di diametro D800 si è ottenuto

$N_{Ed,Max} = 1986 \text{ kN}$; $N_{Ed,Min} = -4068 \text{ kN}$

In definitiva si è assunto per il muro **Lpali = 14.00m**.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 73 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

11.4 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI SOTTOSCARPA TIPO 3A

11.4.1 Modello di calcolo

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di Taglio, Momento e sforzo normale. Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze. La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidezza del palo K_e , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo. Nota la matrice di rigidezza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3×3) della palificata, K . A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N , T , M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con p il vettore dei carichi e con u il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da K_h) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno. In tale analisi i pali sono considerati incastrati alla fondazione di base. Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi svolte sul muro su pali. Per ulteriori dettagli si ribanda ai tabulati in allegato.

Si riportano di seguito in forma tabellare i valori delle spinte di natura statica e sismica per le combinazioni analizzate, gli involuipi delle sollecitazioni nel muro, sulla fondazione e nei pali.

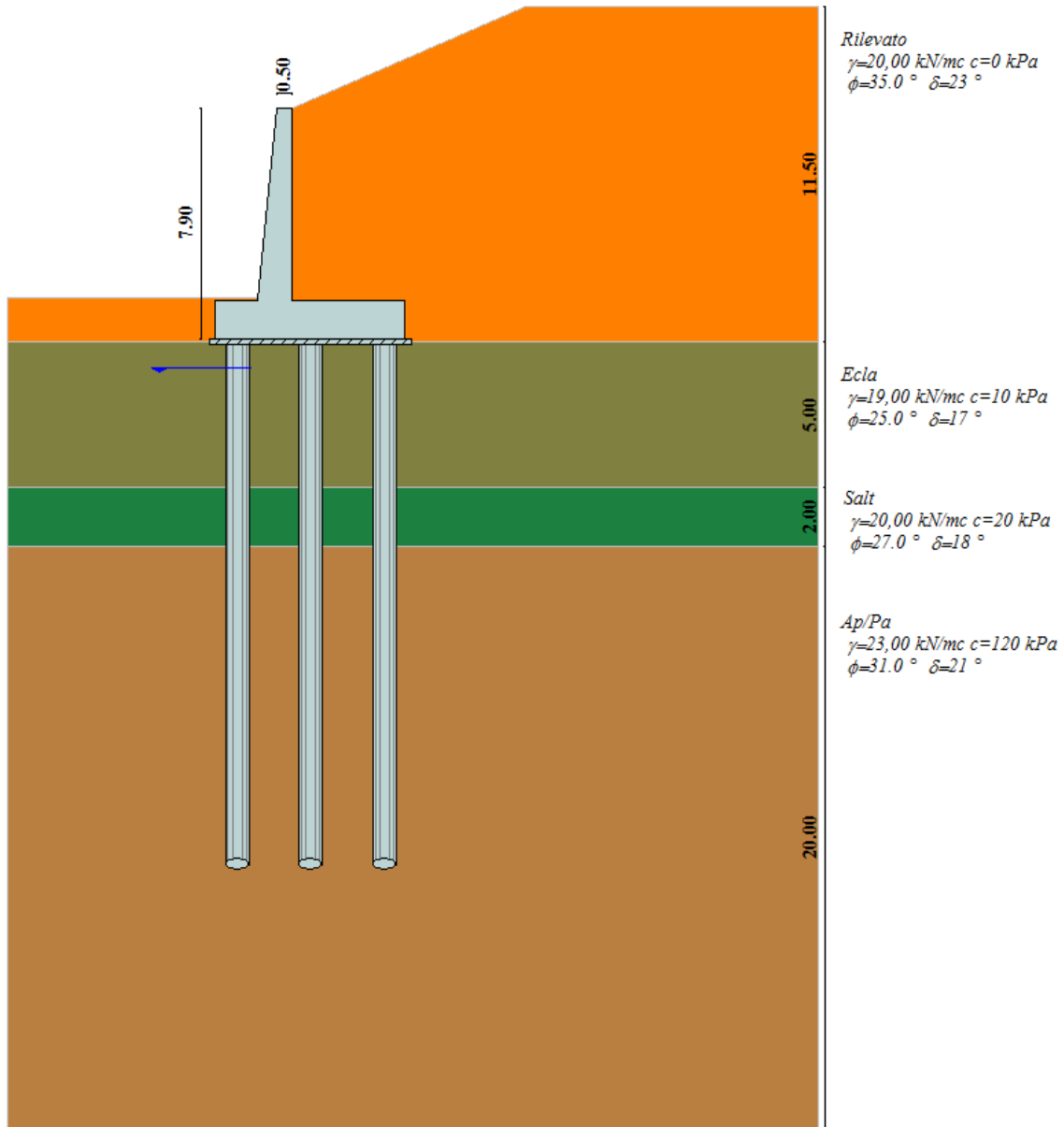
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 74 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Modello di calcolo muro su PALI



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

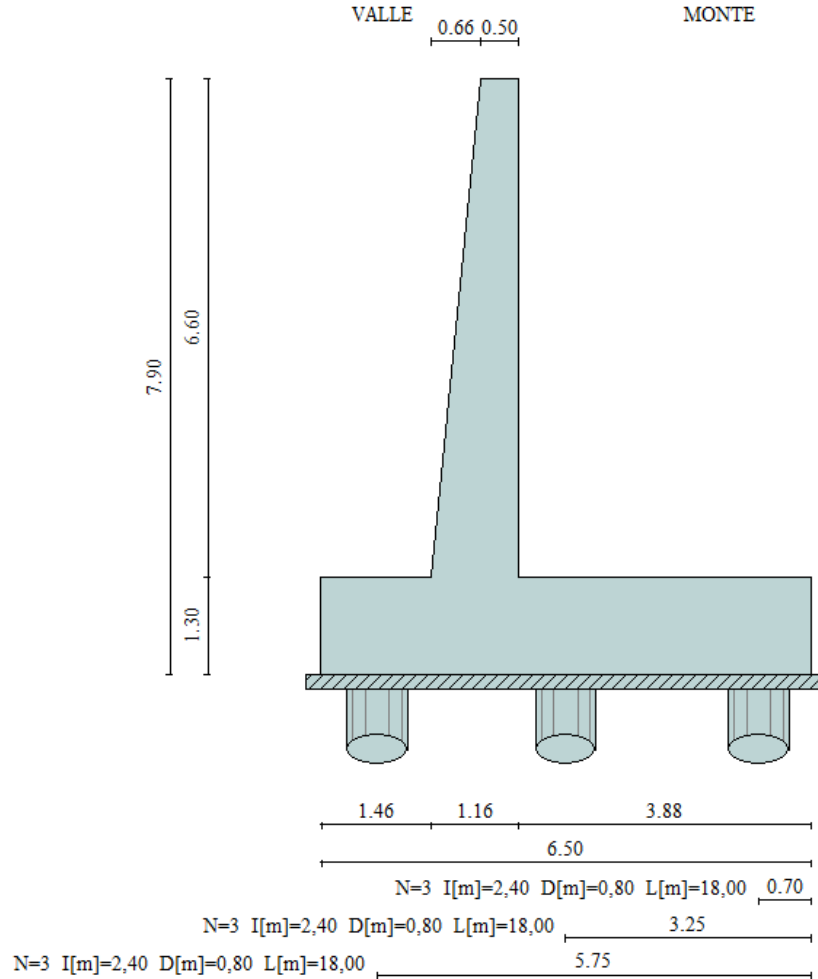
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 75 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Geometria muro

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	573,6290	0,0000
2	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	620,3436	0,0000
3	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	441,2530	391,2898
4	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	441,2530	313,4415
5	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	441,2530	391,2898
6	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--	441,2530	0,0000
7	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	463,0854	0,0000
8	SLER - [1]	--	--	--	--	--	471,6845	0,0000

Azioni risultanti sul muro

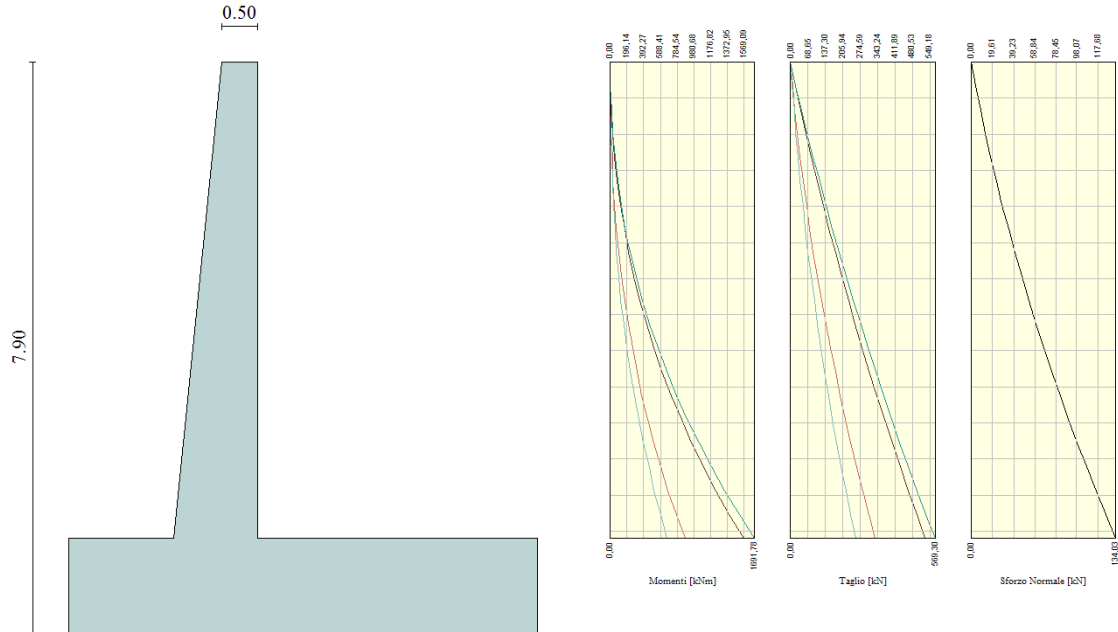
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 76 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Involuppo sollecitazioni sul muro

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 77 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

11.4.2 Verifiche strutturali

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	1φ24/10	1φ22/20	FONDAZIONE	1φ24/10	1φ24/10+1φ24/20

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per la parte in elevazione (paramento e fondazione muro) ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm, mentre per i pali si è assunto un copriferro di calcolo pari a 7 cm.

Verifiche strutturali per paramento e fondazione

Di seguito si riporta l'involuppo delle sollecitazioni nel paramento e nella fondazione ed i risultati delle verifiche strutturali.

Involuppo Sollecitazioni paramento

Involuppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1781	4,1781	1,2615	3,4429	8,0065	21,2026
3	0,66	8,6218	8,6218	5,2465	13,9396	16,9373	43,1815
4	0,99	13,3312	13,3312	12,2537	31,7404	26,7792	65,9264
5	1,32	18,3061	18,3061	22,5785	57,0929	37,5290	89,4348
6	1,65	23,5467	23,5467	36,5160	90,2447	49,1866	113,7068
7	1,98	29,0529	29,0529	54,3615	131,4434	61,7521	138,7423
8	2,31	34,8246	34,8246	76,4102	180,9365	75,2255	164,5414
9	2,64	40,8620	40,8620	102,9571	238,9717	89,6067	191,1040
10	2,97	47,1651	47,1651	134,2977	305,7964	104,8958	218,4302
11	3,30	53,7337	53,7337	170,7269	381,6583	121,0927	246,5199
12	3,63	60,5679	60,5679	212,5400	466,8049	138,1975	275,3732
13	3,96	67,6678	67,6678	260,0323	561,4838	156,2102	304,9900
14	4,29	75,0332	75,0332	313,4989	665,9425	175,1307	335,3703
15	4,62	82,6643	82,6643	373,2349	780,4287	194,9591	366,5142
16	4,95	90,5610	90,5610	439,5356	905,1898	215,6953	398,4217
17	5,28	98,7233	98,7233	512,6962	1040,4735	237,3395	431,0927
18	5,61	107,1512	107,1512	593,0118	1186,5273	259,8914	464,5272
19	5,94	115,8447	115,8447	680,7777	1343,5988	283,3513	498,7253
20	6,27	124,8038	124,8038	776,2890	1511,9355	307,7190	533,6869
21	6,60	134,0285	134,0285	879,8282	1691,7752	332,8493	569,3004

Involuppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1781	4,1781	0,9625	0,9625	6,1588	6,1588
3	0,66	8,6218	8,6218	4,0036	4,0036	13,0287	13,0287
4	0,99	13,3312	13,3312	9,3519	9,3519	20,5994	20,5994
5	1,32	18,3061	18,3061	17,2338	17,2338	28,8684	28,8684
6	1,65	23,5467	23,5467	27,8752	27,8752	37,8358	37,8358
7	1,98	29,0529	29,0529	41,5023	41,5023	47,5016	47,5016

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 78 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

8	2,31	34,8246	34,8246	58,3410	58,3410	57,8657	57,8657	
9	2,64	40,8620	40,8620	78,6175	78,6175	68,9282	68,9282	
10	2,97	47,1651	47,1651	102,5577	102,5577	80,6890	80,6890	
11	3,30	53,7337	53,7337	130,3878	130,3878	93,1482	93,1482	
12	3,63	60,5679	60,5679	162,3337	162,3337	106,3058	106,3058	
13	3,96	67,6678	67,6678	198,6216	198,6216	120,1617	120,1617	
14	4,29	75,0332	75,0332	239,4774	239,4774	134,7159	134,7159	
15	4,62	82,6643	82,6643	285,1274	285,1274	149,9685	149,9685	
16	4,95	90,5610	90,5610	335,7974	335,7974	165,9195	165,9195	
17	5,28	98,7233	98,7233	391,7136	391,7136	182,5688	182,5688	
18	5,61	107,1512	107,1512	453,1019	453,1019	199,9165	199,9165	
19	5,94	115,8447	115,8447	520,1886	520,1886	217,9625	217,9625	
20	6,27	124,8038	124,8038	593,1995	593,1995	236,7069	236,7069	
21	6,60	134,0285	134,0285	672,3510	672,3510	256,0379	256,0379	

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,50	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	173,53	--	--
2	0,33	1,00, 0,53	0,004524	0,001901	1189,14	-976,41	284,61	277,35	--	--
3	0,66	1,00, 0,57	0,004524	0,001901	592,29	-957,60	68,70	286,59	--	--
4	0,99	1,00, 0,60	0,004524	0,001901	416,40	-991,40	31,23	295,65	--	--
5	1,32	1,00, 0,63	0,004524	0,001901	332,92	-1038,31	18,19	304,57	--	--
6	1,65	1,00, 0,66	0,004524	0,001901	284,45	-1090,20	12,08	313,35	--	--
7	1,98	1,00, 0,70	0,004524	0,001901	252,97	-1144,52	8,71	322,00	--	--
8	2,31	1,00, 0,73	0,004524	0,001901	231,01	-1200,22	6,63	330,54	--	--
9	2,64	1,00, 0,76	0,004524	0,001901	214,90	-1256,78	5,26	338,97	--	--
10	2,97	1,00, 0,80	0,004524	0,001901	202,65	-1313,90	4,30	347,32	--	--
11	3,30	1,00, 0,83	0,004524	0,001901	193,08	-1371,42	3,59	355,58	--	--
12	3,63	1,00, 0,86	0,004524	0,001901	185,44	-1429,23	3,06	363,76	--	--
13	3,96	1,00, 0,90	0,004524	0,001901	179,24	-1487,27	2,65	371,87	--	--
14	4,29	1,00, 0,93	0,004524	0,001901	174,13	-1545,47	2,32	379,92	--	--
15	4,62	1,00, 0,96	0,004524	0,001901	169,88	-1603,83	2,06	387,91	--	--
16	4,95	1,00, 0,99	0,004524	0,001901	166,31	-1662,30	1,84	395,84	--	--
17	5,28	1,00, 1,03	0,004524	0,001901	163,28	-1720,86	1,65	403,73	--	--
18	5,61	1,00, 1,06	0,004524	0,001901	160,70	-1779,49	1,50	411,57	--	--
20	6,27	1,00, 1,13	0,004524	0,001901	156,59	-1896,97	1,25	427,13	--	--
21	6,60	1,00, 1,16	0,004524	0,001901	154,95	-1955,80	1,16	434,86	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,00, 0,50	0,000000	0,000000	0	0	0	0
2	0,33	1,00, 0,53	0,004524	0,001901	25	15	164	-331

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 79 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

3	0,66	1,00, 0,57	0,004524	0,001901	85	29	1147	-1089
4	0,99	1,00, 0,60	0,004524	0,001901	173	43	2962	-2196
5	1,32	1,00, 0,63	0,004524	0,001901	284	57	5551	-3603
6	1,65	1,00, 0,66	0,004524	0,001901	416	71	8869	-5272
7	1,98	1,00, 0,70	0,004524	0,001901	565	85	12881	-7174
8	2,31	1,00, 0,73	0,004524	0,001901	729	99	17561	-9286
9	2,64	1,00, 0,76	0,004524	0,001901	907	112	22885	-11589
10	2,97	1,00, 0,80	0,004524	0,001901	1098	125	28834	-14067
11	3,30	1,00, 0,83	0,004524	0,001901	1299	139	35392	-16707
12	3,63	1,00, 0,86	0,004524	0,001901	1511	152	42548	-19497
13	3,96	1,00, 0,90	0,004524	0,001901	1733	165	50288	-22427
14	4,29	1,00, 0,93	0,004524	0,001901	1964	178	58605	-25490
15	4,62	1,00, 0,96	0,004524	0,001901	2203	192	67489	-28678
16	4,95	1,00, 0,99	0,004524	0,001901	2450	205	76934	-31984
17	5,28	1,00, 1,03	0,004524	0,001901	2705	218	86934	-35403
18	5,61	1,00, 1,06	0,004524	0,001901	2967	231	97482	-38930
20	6,27	1,00, 1,13	0,004524	0,001901	3511	256	120208	-46293
21	6,60	1,00, 1,16	0,004524	0,001901	3792	269	132376	-50119

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,30	0,002262	0,000000	0,00	-1073,57	1,52	367,73	--	--
2	0,17	1,00, 1,30	0,002262	0,000000	0,00	-1073,57	0,06	367,73	--	--
3	0,35	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	38,67	505,97	--	--
4	0,55	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	18,12	505,97	--	--
5	0,75	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	2157,11	10,07	505,97	--	--
6	0,95	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	2157,11	6,46	505,97	--	--
7	1,15	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	2157,11	4,21	505,97	--	--
8	1,46	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	2157,11	1,82	505,97	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
9	0,00	1,00, 1,30	0,002262	0,000000	1065	8	0	6650
10	0,17	1,00, 1,30	0,002262	0,000000	24196	31	0	151065
11	0,35	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	93	73	4725	3073
12	0,55	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	196	117	10016	4278
13	0,75	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	353	269	17992	-4552
14	0,95	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	549	410	28011	-7087
15	1,15	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	845	547	43097	-10904
16	1,46	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	1987	539	101332	-25638

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,30	0,002262	0,000000	0,00	1,34	0,49	367,73	--	--
2	0,30	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	134,11	367,73	--	--
3	0,50	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	50,44	505,97	--	--
4	0,70	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	25,72	505,97	--	--
5	0,90	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	15,45	505,97	--	--
6	1,10	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	10,33	505,97	--	--
7	1,32	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	7,16	505,97	--	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 80 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

8	1,54	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	5,30	505,97	--	--
9	1,76	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	4,18	367,73	--	--
10	1,98	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	3,42	367,73	--	--
11	2,19	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	2,87	505,97	--	--
12	2,41	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	2,45	505,97	--	--
13	2,63	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	2,13	505,97	--	--
14	2,85	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	1,85	505,97	--	--
15	3,05	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	1,66	505,97	--	--
16	3,25	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	1,52	505,97	--	--
17	3,45	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	1,41	505,97	--	--
18	3,65	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	1,33	505,97	--	--
19	3,88	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	0,00	-3202,97	1,21	505,97	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
20	0,00	1,00, 1,30	0,002262	0,000000	3610	0	0	22539
21	0,30	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	38	0	-510	1378
22	0,50	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	97	0	-1303	3521
23	0,70	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	150	0	-2011	5433
24	0,90	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	204	0	-2729	7375
25	1,10	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	250	0	-3349	9050
26	1,32	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	339	0	-4529	12238
27	1,54	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	460	0	-6155	16633
28	1,76	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	610	0	-8157	22042
29	1,98	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	790	0	-10562	28542
30	2,19	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	999	0	-13366	36119
31	2,41	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	1235	0	-16521	44645
32	2,63	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	1493	0	-19973	53971
33	2,85	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	1841	0	-24620	66530
34	3,05	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	2154	0	-28814	77860
35	3,25	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	2383	0	-31874	86131
36	3,45	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	2537	0	-33934	91697
37	3,65	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	2705	39	-36180	97767
38	3,88	1,00, 1,30	0,006786	0,004524	3153	40	-42171	113956

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0,00	0,000000	0,000000	-58,83	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,33	0,004524	0,001901	-90,28	-0,96	0,0000	0,00	0,000
3	0,66	0,004524	0,001901	-100,68	-4,00	0,0000	0,00	0,000
4	0,99	0,004524	0,001901	-111,59	-9,35	0,0000	0,00	0,000
5	1,32	0,004524	0,001901	-123,01	-17,23	0,0000	0,00	0,000
6	1,65	0,004524	0,001901	-134,94	-27,88	0,0000	0,00	0,000
7	1,98	0,004524	0,001901	-147,39	-41,50	0,0000	0,00	0,000
8	2,31	0,004524	0,001901	-160,34	-58,34	0,0000	0,00	0,000
9	2,64	0,004524	0,001901	-173,81	-78,62	0,0000	0,00	0,000
10	2,97	0,004524	0,001901	-187,79	-102,56	0,0000	0,00	0,000
11	3,30	0,004524	0,001901	-202,28	-130,39	0,0000	0,00	0,000
12	3,63	0,004524	0,001901	-217,28	-162,33	0,0000	0,00	0,000
13	3,96	0,004524	0,001901	-232,80	-198,62	0,0000	0,00	0,000
14	4,29	0,004524	0,001901	-248,82	-239,48	0,0000	0,00	0,000
15	4,62	0,004524	0,001901	-265,35	-285,13	0,0197	97,64	0,033
16	4,95	0,004524	0,001901	-282,40	-335,80	0,0224	97,64	0,037
17	5,28	0,004524	0,001901	-299,96	-391,71	0,0277	97,64	0,046
18	5,61	0,004524	0,001901	-318,02	-453,10	0,0338	97,64	0,056
20	6,27	0,004524	0,001901	-355,69	-593,20	0,0463	97,64	0,077
21	6,60	0,004524	0,001901	-375,29	-672,35	0,0528	97,64	0,088

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 81 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{rs}	A _{ri}	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	-2,62	0,002262	0,000000	-428,11	-0,55	0,0000	0,00	0,000
2	-2,44	0,002262	0,000000	404,93	10,19	0,0000	0,00	0,000
3	-2,27	0,006786	0,004524	480,94	24,68	0,0000	0,00	0,000
4	-2,07	0,006786	0,004524	480,94	52,30	0,0000	0,00	0,000
5	-1,87	0,006786	0,004524	480,94	93,93	0,0000	0,00	0,000
6	-1,67	0,006786	0,004524	480,94	146,23	0,0000	0,00	0,000
7	-1,47	0,006786	0,004524	480,94	225,02	0,0000	0,00	0,000
8	-1,16	0,006786	0,004524	480,94	529,44	0,0288	97,64	0,048
9	0,00	0,006786	0,004524	-504,74	-875,05	0,0454	81,68	0,063
10	0,23	0,006786	0,004524	-504,74	-749,01	0,0361	81,68	0,050
11	0,43	0,006786	0,004524	-504,74	-701,62	0,0325	81,68	0,045
12	0,63	0,006786	0,004524	-504,74	-658,70	0,0292	81,68	0,041
13	0,83	0,006786	0,004524	-504,74	-594,83	0,0240	81,68	0,033
14	1,03	0,006786	0,004524	-504,74	-507,27	0,0188	81,68	0,026
15	1,25	0,006786	0,004524	-504,74	-410,33	0,0000	0,00	0,000
16	1,47	0,006786	0,004524	-504,74	-338,63	0,0000	0,00	0,000
17	1,69	0,006786	0,004524	-504,74	-273,23	0,0000	0,00	0,000
18	1,90	0,006786	0,004524	-504,74	-215,30	0,0000	0,00	0,000
19	2,12	0,006786	0,004524	-504,74	-165,84	0,0000	0,00	0,000
20	2,34	0,006786	0,004524	-504,74	-124,92	0,0000	0,00	0,000
21	2,56	0,006786	0,004524	-504,74	-91,90	0,0000	0,00	0,000
22	2,78	0,006786	0,004524	-504,74	-68,48	0,0000	0,00	0,000
23	2,98	0,006786	0,004524	-504,74	-56,77	0,0000	0,00	0,000
24	3,18	0,006786	0,004524	-504,74	-42,42	0,0000	0,00	0,000
25	3,38	0,006786	0,004524	-504,74	-27,65	0,0000	0,00	0,000
26	3,58	0,006786	0,004524	-504,74	-10,83	0,0000	0,00	0,000
27	3,88	0,002262	0,000000	404,93	1,56	0,0000	0,00	0,000

VERIFICHE A TAGLIO

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio (per metro lineare di sviluppo longitudinale)						
Sezione	V _{Ed}	b	h	V _{Rd}	ESITO	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Paramento	569	100	115	645	verificato	Spilli Φ14/40x40
Fondazione	1400	100	130	1640	verificato	Φ20/20

VERIFICHE STRUTTURALI PALI DI FONDAZIONE

Per i pali di fondazione si prevedono le seguenti armature:

- Gabbia superiore 30φ26 e staffa a spirale φ14/10
- Gabbia inferiore 20φ20 e staffa a spirale φ14/20

Si riportano i risultati in termini di sollecitazione sul palo e verifiche a flessione e taglio:

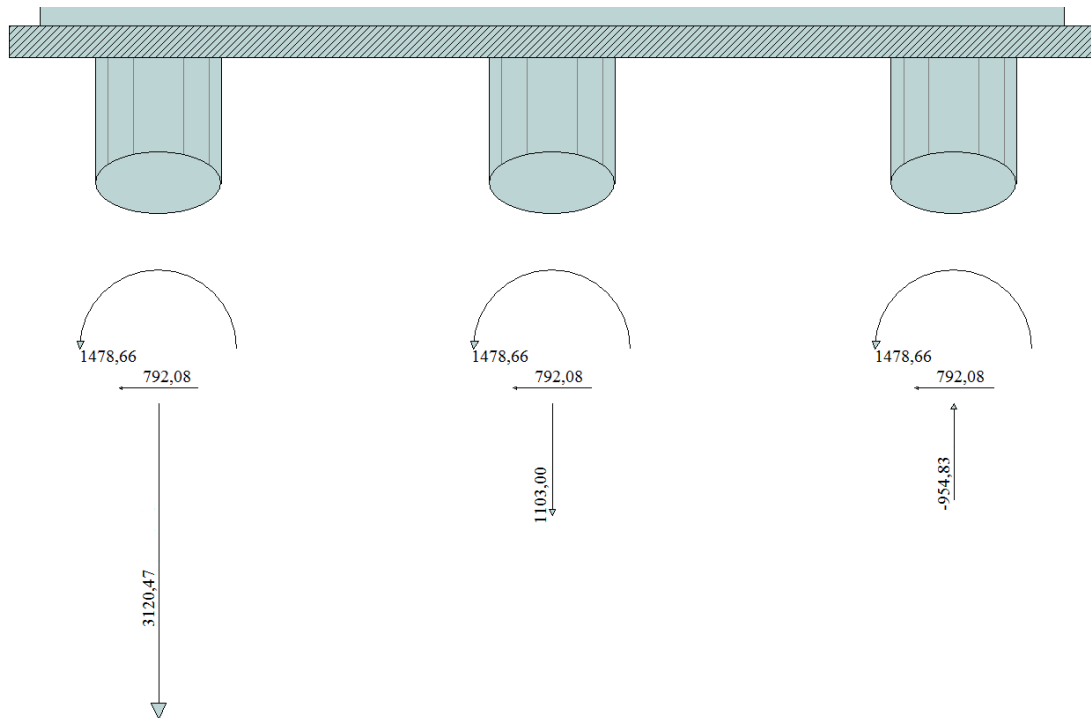
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 82 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Sollecitazioni massime testa palo – SLU

Verifica a pressoflessione - SLU			Verifica a taglio - SLU		
$M_{Ed,Max}$	M_{Rd}	c.s. Flessione	$V_{Ed,Max}$	V_{Rd}	c.s. Taglio
[kNm]	[kNm]	[-]	[kNm]	[kNm]	[-]
1479	1494	1.01	792	1097	1.39

Verifica tensionale - SLE			Verifica a fessurazione - SLE			
Combo Rara			Combo QP		Combo F	
$M_{Ed,Max}$	$\sigma_{C,MAX}$	$\sigma_{S,MIN}$	$M_{Ed,Max}$	w	$M_{Ed,Max}$	w
[kNm]	[MPa]	[MPa]	[kNm]	[mm]	[kNm]	[mm]
667	10.5	-198	623	0.198	655	0.213

11.4.3 Verifiche capacità portante

Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la valutazione della lunghezza minima dei pali necessaria al soddisfacimento delle verifiche di capacità portante. In particolare da un confronto tra i valori massimi degli sforzi normali massimi attesi e le curve di capacità portante presentate nella "Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto" – L0703212E02GE0001REL01, con riferimento ai pali di diametro D800 si è ottenuto

$N_{Ed,Max} = 3120$ kN; $N_{Ed,Min} = -954$ kN

In definitiva si è assunto per il muro: **$L_{pali} = 18.00$ m.**

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 83 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

11.5 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI SOTTOSCARPA TIPO 3B

11.5.1 Modello di calcolo

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di Taglio, Momento e sforzo normale. Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze. La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidezza del palo K_e , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo. Nota la matrice di rigidezza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3x3) della palificata, K . A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con p il vettore dei carichi e con u il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da K_h) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno. In tale analisi i pali sono considerati incastrati alla fondazione di base. Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi svolte sul muro su pali. Per ulteriori dettagli si ribanda ai tabulati in allegato.

Si riportano di seguito in forma tabellare i valori delle spinte di natura statica e sismica per le combinazioni analizzate, gli involuipi delle sollecitazioni nel muro, sulla fondazione e nei pali.

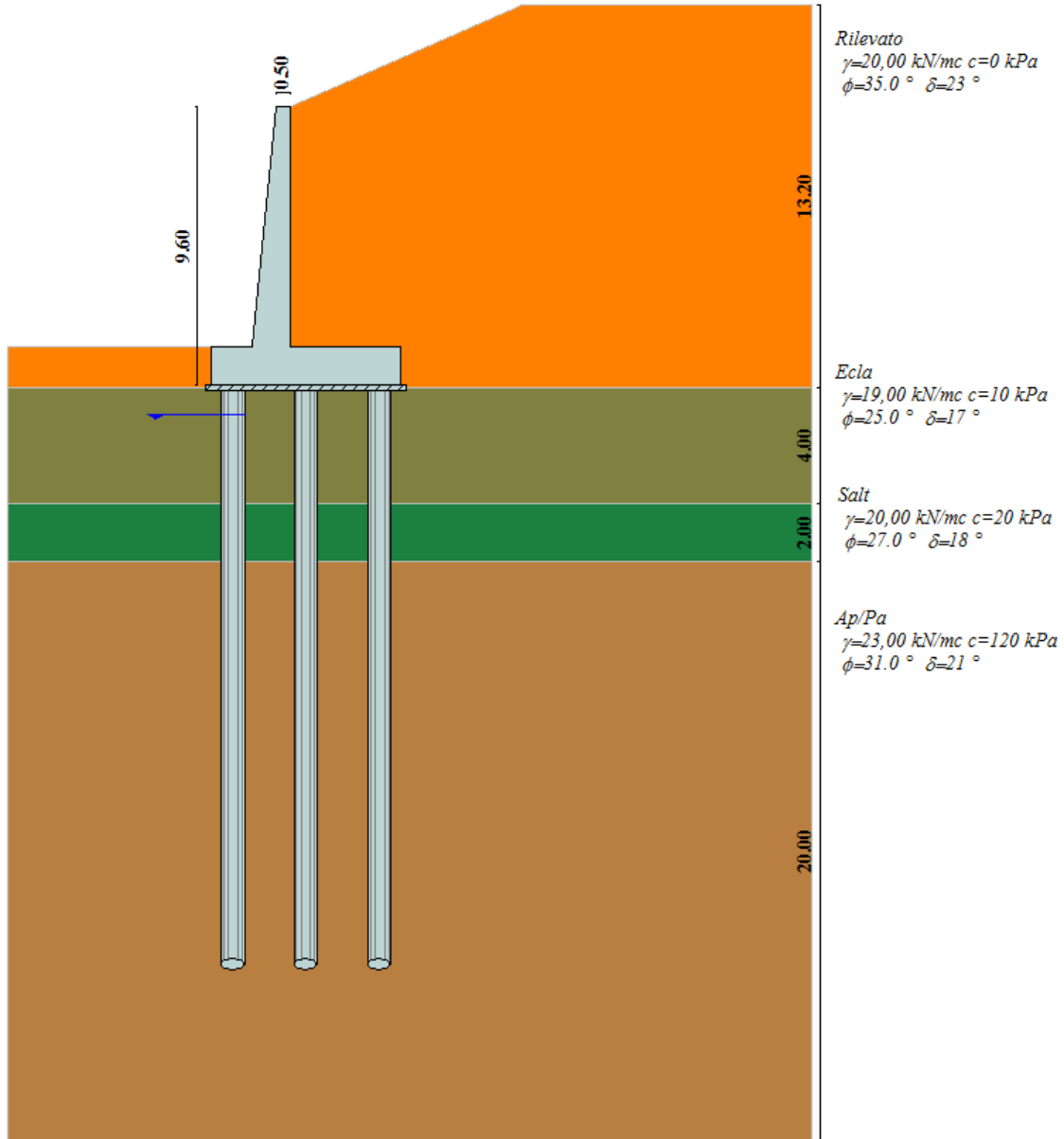
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 84 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Modello di calcolo muro su PALI



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

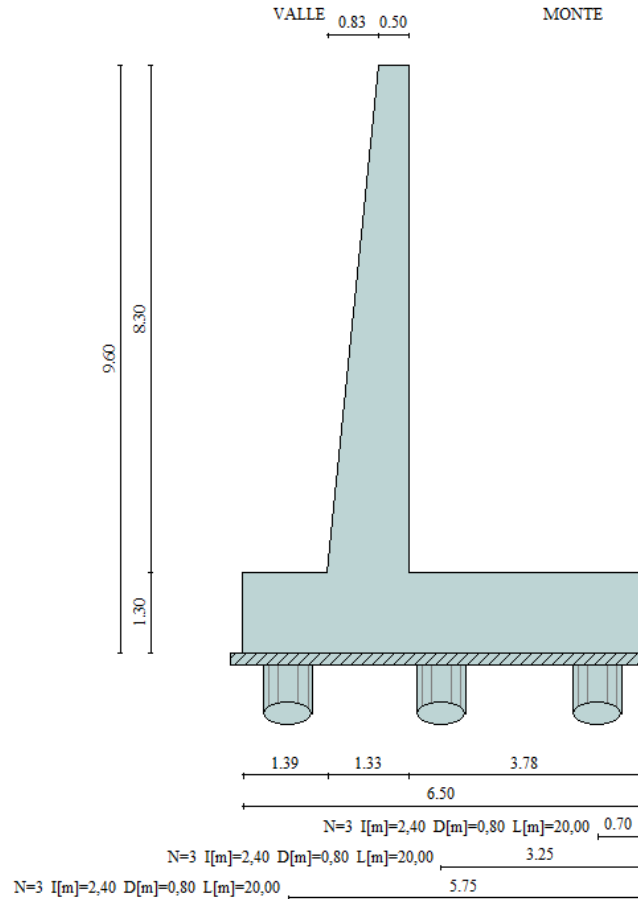
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 85 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Geometria muro

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	773,0415	0,0000
2	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	843,5006	0,0000
3	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	594,6473	521,9384
4	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	594,6473	416,3355
5	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	594,6473	521,9384
6	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--	594,6473	0,0000
7	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	628,8171	0,0000
8	SLER - [1]	--	--	--	--	--	641,1209	0,0000

Azioni risultanti sul muro

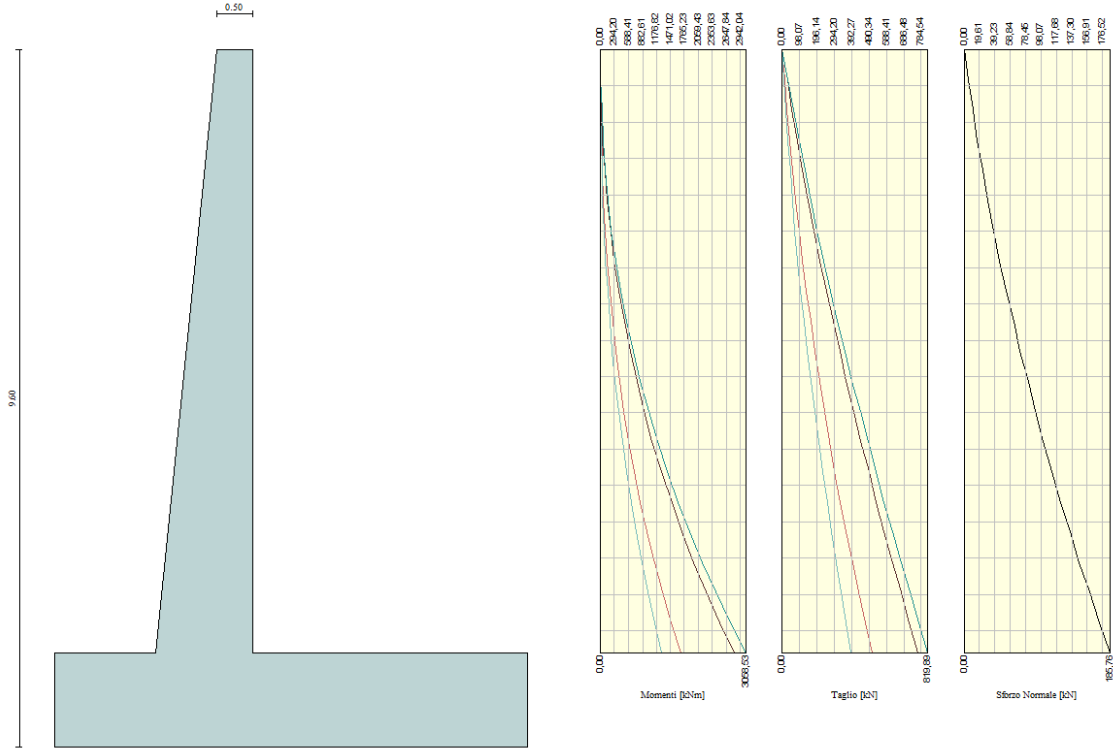
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 86 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Inviluppo sollecitazioni sul muro

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 87 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

11.5.2 Verifiche strutturali

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	1φ24/10	1φ22/20	FONDAZIONE	1φ24/10	1φ24/10+1φ24/20

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per la parte in elevazione (paramento e fondazione muro) ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm, mentre per i pali si è assunto un copriferro di calcolo pari a 7 cm.

Verifiche strutturali per paramento e fondazione

Di seguito si riporta l'involuppo delle sollecitazioni nel paramento e nella fondazione ed i risultati delle verifiche strutturali.

Involuppo Sollecitazioni paramento

Involuppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,42	5,2973	5,2973	2,3564	6,0917	11,8608	29,8233
3	0,83	11,0147	11,0147	9,8228	24,6994	25,1767	60,8690
4	1,25	17,1521	17,1521	22,9912	56,3194	39,9322	93,1251
5	1,66	23,7096	23,7096	42,4491	101,4443	56,1234	126,5888
6	2,08	30,6872	30,6872	68,7835	160,5665	73,7505	161,2601
7	2,49	38,0848	38,0848	102,5816	234,1782	92,8133	197,1389
8	2,91	45,9025	45,9025	144,4305	322,7720	113,3119	234,2252
9	3,32	54,1403	54,1403	194,9171	426,8402	135,2463	272,5191
10	3,74	62,7981	62,7981	254,6287	546,8751	158,6164	312,0205
11	4,15	71,8760	71,8760	324,1523	683,3692	183,4224	352,7295
12	4,57	81,3740	81,3740	404,0749	836,8147	209,6641	394,6460
13	4,98	91,2920	91,2920	494,9838	1007,7041	237,3416	437,7701
14	5,40	101,6301	101,6301	597,4660	1196,5298	266,4549	482,1017
15	5,81	112,3883	112,3883	712,1085	1403,7841	297,0039	527,6408
16	6,23	123,5665	123,5665	839,4985	1629,9594	328,9888	574,3875
17	6,64	135,1647	135,1647	980,2203	1875,5459	362,3839	622,3222
18	7,06	147,1831	147,1831	1134,7976	2140,9873	396,8420	671,1776
19	7,47	159,6215	159,6215	1303,5259	2426,5516	431,7262	720,4638
20	7,89	172,4800	172,4800	1486,5142	2732,3636	466,8367	770,0273
21	8,30	185,7585	185,7585	1683,8548	3058,5348	502,1973	819,8862

Involuppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,42	5,2973	5,2973	1,8001	1,8001	9,1237	9,1237
3	0,83	11,0147	11,0147	7,5045	7,5045	19,3667	19,3667
4	1,25	17,1521	17,1521	17,5667	17,5667	30,7171	30,7171
5	1,66	23,7096	23,7096	32,4364	32,4364	43,1719	43,1719
6	2,08	30,6872	30,6872	52,5634	52,5634	56,7311	56,7311
7	2,49	38,0848	38,0848	78,3971	78,3971	71,3948	71,3948

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 88 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

8	2,91	45,9025	45,9025	110,3871	110,3871	87,1630	87,1630
9	3,32	54,1403	54,1403	148,9831	148,9831	104,0356	104,0356
10	3,74	62,7981	62,7981	194,6347	194,6347	122,0126	122,0126
11	4,15	71,8760	71,8760	247,7913	247,7913	141,0941	141,0941
12	4,57	81,3740	81,3740	308,9027	308,9027	161,2801	161,2801
13	4,98	91,2920	91,2920	378,4183	378,4183	182,5704	182,5704
14	5,40	101,6301	101,6301	456,7878	456,7878	204,9653	204,9653
15	5,81	112,3883	112,3883	544,4608	544,4608	228,4646	228,4646
16	6,23	123,5665	123,5665	641,8869	641,8869	253,0683	253,0683
17	6,64	135,1647	135,1647	749,5134	749,5134	278,7568	278,7568
18	7,06	147,1831	147,1831	867,7413	867,7413	305,2631	305,2631
19	7,47	159,6215	159,6215	996,7958	996,7958	332,0971	332,0971
20	7,89	172,4800	172,4800	1136,7589	1136,7589	359,1051	359,1051
21	8,30	185,7585	185,7585	1287,6993	1287,6993	386,3056	386,3056

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,50	0,002655	0,000000	0,00	0,00	1000,00	224,30	--	--
2	0,42	1,00, 0,54	0,002655	0,002262	522,26	-600,58	98,59	234,32	--	--
3	0,83	1,00, 0,58	0,007964	0,002262	681,25	-1527,64	61,85	351,39	--	--
4	1,25	1,00, 0,62	0,007964	0,002262	503,17	-1652,17	29,34	364,82	--	--
5	1,66	1,00, 0,67	0,007964	0,002262	416,15	-1780,56	17,55	377,98	--	--
6	2,08	1,00, 0,71	0,007964	0,002262	365,14	-1910,52	11,90	390,88	--	--
7	2,49	1,00, 0,75	0,007964	0,002262	331,98	-2041,31	8,72	403,56	--	--
8	2,91	1,00, 0,79	0,007964	0,002262	308,97	-2172,59	6,73	416,04	--	--
9	3,32	1,00, 0,83	0,007964	0,002262	292,20	-2303,66	5,40	428,34	--	--
10	3,74	1,00, 0,87	0,007964	0,002262	279,60	-2434,87	4,45	440,49	--	--
11	4,15	1,00, 0,91	0,007964	0,002262	269,91	-2566,22	3,76	452,49	--	--
12	4,57	1,00, 0,96	0,007964	0,002262	262,33	-2697,67	3,22	464,35	--	--
13	4,98	1,00, 1,00	0,007964	0,002262	256,31	-2829,20	2,81	476,11	--	--
14	5,40	1,00, 1,04	0,007964	0,002262	251,48	-2960,80	2,47	487,75	--	--
15	5,81	1,00, 1,08	0,007964	0,002262	247,58	-3092,44	2,20	499,30	--	--
16	6,23	1,00, 1,12	0,007964	0,002262	244,42	-3224,12	1,98	510,76	--	--
17	6,64	1,00, 1,16	0,007964	0,002262	241,85	-3355,84	1,79	522,14	--	--
18	7,06	1,00, 1,20	0,007964	0,002262	239,76	-3487,59	1,63	533,45	--	--
21	8,30	1,00, 1,33	0,007964	0,002262	235,56	-3878,57	1,27	567,02	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,00, 0,50	0,002655	0,000000	0	0	0	0
2	0,42	1,00, 0,54	0,002655	0,002262	46	21	680	-580
3	0,83	1,00, 0,58	0,007964	0,002262	125	42	1475	-1633

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 89 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

4	1,25	1,00, 0,62	0,007964	0,002262	250	62	3503	-3250
5	1,66	1,00, 0,67	0,007964	0,002262	404	81	6292	-5264
6	2,08	1,00, 0,71	0,007964	0,002262	581	100	9784	-7611
7	2,49	1,00, 0,75	0,007964	0,002262	779	119	13935	-10240
8	2,91	1,00, 0,79	0,007964	0,002262	994	137	18713	-13115
9	3,32	1,00, 0,83	0,007964	0,002262	1223	155	24089	-16206
10	3,74	1,00, 0,87	0,007964	0,002262	1466	172	30043	-19490
11	4,15	1,00, 0,91	0,007964	0,002262	1720	190	36558	-22949
12	4,57	1,00, 0,96	0,007964	0,002262	1985	207	43618	-26567
13	4,98	1,00, 1,00	0,007964	0,002262	2259	224	51213	-30333
14	5,40	1,00, 1,04	0,007964	0,002262	2543	241	59332	-34235
15	5,81	1,00, 1,08	0,007964	0,002262	2834	258	67967	-38265
16	6,23	1,00, 1,12	0,007964	0,002262	3134	275	77110	-42417
17	6,64	1,00, 1,16	0,007964	0,002262	3441	292	86756	-46682
18	7,06	1,00, 1,20	0,007964	0,002262	3755	308	96893	-51054
21	8,30	1,00, 1,33	0,007964	0,002262	4724	353	129906	-64627

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
3	0,35	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	31,17	533,70	--	--
4	0,55	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	14,93	533,70	--	--
5	0,75	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	2530,34	8,43	533,70	--	--
6	0,95	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	2530,34	5,42	533,70	--	--
7	1,15	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	2530,34	3,24	533,70	--	--
8	1,39	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	2530,34	1,57	533,70	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
9	0,00	1,00, 1,30	0,000000	0,000000	0	14	0	0
10	0,17	1,00, 1,30	0,002655	0,000000	35675	47	0	196571
11	0,35	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	124	106	5944	3809
12	0,55	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	258	169	12347	5097
13	0,75	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	456	391	21834	-5936
14	0,95	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	709	593	33912	-9220
15	1,15	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	1191	790	56971	-15489
16	1,39	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	2482	782	118741	-32283

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
4	0,70	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	19,76	533,70	--	--
5	0,90	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	11,84	533,70	--	--
6	1,10	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	7,91	533,70	--	--
7	1,32	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	5,46	533,70	--	--
8	1,54	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	4,04	533,70	--	--
9	1,76	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	3,20	367,73	--	--
10	1,98	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	2,63	370,05	--	--
11	2,19	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	2,22	533,70	--	--
12	2,41	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	1,91	533,70	--	--
13	2,63	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	1,66	533,70	--	--
14	2,85	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	1,45	533,70	--	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 90 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

15	3,05	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	1,31	533,70	--	--
16	3,25	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	1,20	533,70	--	--
17	3,45	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	1,12	533,70	--	--
18	3,65	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	1,04	533,70	--	--
19	3,78	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	0,00	-3755,10	1,01	533,70	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
20	0,00	1,00, 1,30	0,000000	0,000000	0	0	0	0
21	0,30	1,00, 1,30	0,002655	0,000000	63	0	0	3294
22	0,50	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	93	0	-1258	3128
23	0,70	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	177	0	-2380	5915
24	0,90	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	287	0	-3867	9612
25	1,10	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	426	0	-5735	14254
26	1,32	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	610	0	-8217	20425
27	1,54	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	829	0	-11162	27745
28	1,76	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	1082	0	-14567	36207
29	1,98	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	1369	0	-18426	45800
30	2,19	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	1688	0	-22723	56480
31	2,41	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	2035	0	-27395	68095
32	2,63	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	2408	0	-32418	80579
33	2,85	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	2884	0	-38827	96508
34	3,05	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	3305	0	-44489	110582
35	3,25	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	3626	0	-48811	121326
36	3,45	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	3851	0	-51843	128861
37	3,65	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	4196	47	-56483	140394
38	3,78	1,00, 1,30	0,007964	0,005309	4542	45	-61144	151982

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	W
1	0,00	0,002655	0,000000	-70,38	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,42	0,002655	0,002262	-84,20	-1,80	0,0000	0,00	0,000
3	0,83	0,007964	0,002262	-124,85	-7,50	0,0000	0,00	0,000
4	1,25	0,007964	0,002262	-140,67	-17,57	0,0000	0,00	0,000
5	1,66	0,007964	0,002262	-157,29	-32,44	0,0000	0,00	0,000
6	2,08	0,007964	0,002262	-174,73	-52,56	0,0000	0,00	0,000
7	2,49	0,007964	0,002262	-192,97	-78,40	0,0000	0,00	0,000
8	2,91	0,007964	0,002262	-212,03	-110,39	0,0000	0,00	0,000
9	3,32	0,007964	0,002262	-231,89	-148,98	0,0000	0,00	0,000
10	3,74	0,007964	0,002262	-252,55	-194,63	0,0000	0,00	0,000
11	4,15	0,007964	0,002262	-274,03	-247,79	0,0000	0,00	0,000
12	4,57	0,007964	0,002262	-296,32	-308,90	0,0127	77,90	0,017
13	4,98	0,007964	0,002262	-319,41	-378,42	0,0149	77,90	0,020
14	5,40	0,007964	0,002262	-343,31	-456,79	0,0197	77,90	0,026
15	5,81	0,007964	0,002262	-368,02	-544,46	0,0246	77,90	0,033
16	6,23	0,007964	0,002262	-393,53	-641,89	0,0297	77,90	0,039
17	6,64	0,007964	0,002262	-419,85	-749,51	0,0348	77,90	0,046
18	7,06	0,007964	0,002262	-446,98	-867,74	0,0402	77,90	0,053
19	7,47	0,007964	0,002262	-446,98	-996,80	0,0502	77,90	0,063
20	7,89	0,007964	0,002262	-432,64	-1136,76	0,0542	77,90	0,071
21	8,30	0,007964	0,002262	-533,22	-1287,70	0,0572	77,90	0,076

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	W
1	-2,72	0,000000	0,000000	-397,68	-0,82	0,0000	0,00	0,000
2	-2,54	0,002655	0,000000	406,15	15,25	0,0000	0,00	0,000
3	-2,37	0,007964	0,005309	495,39	36,07	0,0000	0,00	0,000
4	-2,17	0,007964	0,005309	495,39	74,91	0,0000	0,00	0,000
5	-1,97	0,007964	0,005309	495,39	132,45	0,0000	0,00	0,000
6	-1,77	0,007964	0,005309	495,39	205,71	0,0000	0,00	0,000

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 91 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

7	-1,57	0,007964	0,005309	495,39	345,68	0,0000	0,00	0,000
8	-1,33	0,007964	0,005309	495,39	720,91	0,0427	93,15	0,068
9	0,00	0,007964	0,005309	-523,46	-1349,38	0,0661	77,90	0,088
10	0,13	0,007964	0,005309	-523,46	-1244,28	0,0601	77,90	0,080
11	0,33	0,007964	0,005309	-523,46	-1139,64	0,0541	77,90	0,072
12	0,53	0,007964	0,005309	-523,46	-1072,72	0,0501	77,90	0,066
13	0,73	0,007964	0,005309	-523,46	-976,80	0,0444	77,90	0,059
14	0,93	0,007964	0,005309	-523,46	-850,80	0,0367	77,90	0,049
15	1,15	0,007964	0,005309	-523,46	-708,31	0,0275	77,90	0,036
16	1,37	0,007964	0,005309	-523,46	-597,27	0,0198	77,90	0,026
17	1,59	0,007964	0,005309	-523,46	-494,25	0,0000	0,00	0,000
18	1,80	0,007964	0,005309	-523,46	-399,85	0,0000	0,00	0,000
19	2,02	0,007964	0,005309	-523,46	-315,45	0,0000	0,00	0,000
20	2,24	0,007964	0,005309	-523,46	-241,39	0,0000	0,00	0,000
21	2,46	0,007964	0,005309	-523,46	-177,69	0,0000	0,00	0,000
22	2,68	0,007964	0,005309	-523,46	-124,19	0,0000	0,00	0,000
23	2,88	0,007964	0,005309	-523,46	-85,60	0,0000	0,00	0,000
24	3,08	0,007964	0,005309	-523,46	-53,77	0,0000	0,00	0,000
25	3,28	0,007964	0,005309	-523,46	-28,75	0,0000	0,00	0,000
26	3,48	0,002655	0,000000	-433,39	-10,20	0,0000	0,00	0,000
27	3,78	0,000000	0,000000	397,68	1,73	0,0000	0,00	0,000

VERIFICHE A TAGLIO

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio (per metro lineare di sviluppo longitudinale)						
Sezione	V _{Ed}	b	h	V _{Rd}	ESITO	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Paramento	819	100	115	1004	verificato	Spilli $\Phi 16/40 \times 40$
Fondazione	1453	100	130	1484	verificato	$\Phi 22/20$

VERIFICHE STRUTTURALI PALI DI FONDAZIONE

Per i pali di fondazione si prevedono le seguenti armature:

- Gabbia superiore 44 $\phi 26$ e staffa a spirale $\phi 16/10$
- Gabbia inferiore 20 $\phi 22$ e staffa a spirale $\phi 14/20$

Si riportano i risultati in termini di sollecitazione sul palo e verifiche a flessione e taglio:

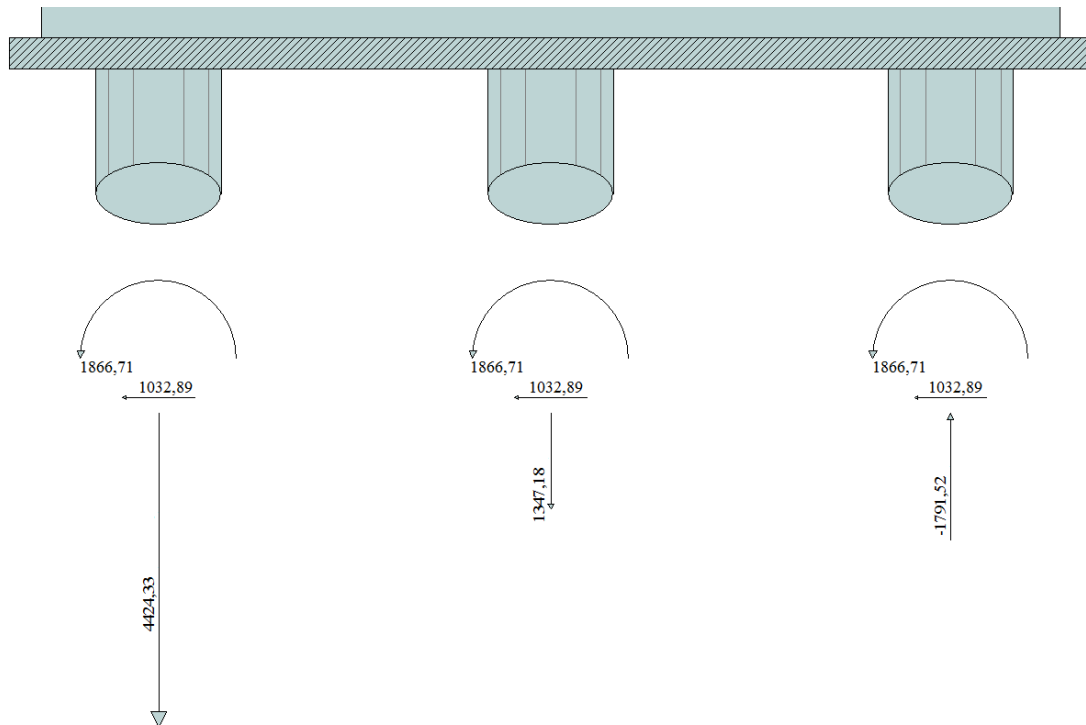
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 92 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Sollecitazioni massime testa palo – SLU

Verifica a pressoflessione - SLU			Verifica a taglio - SLU		
$M_{Ed,Max}$	M_{Rd}	c.s. Flessione	$V_{Ed,Max}$	V_{Rd}	c.s. Taglio
[kNm]	[kNm]	[-]	[kNm]	[kNm]	[-]
1867	1960	1.05	1032	1432	1.39

Verifica tensionale - SLE			Verifica a fessurazione - SLE			
Combo Rara			Combo QP		Combo F	
$M_{Ed,Max}$	$\sigma_{C,MAX}$	$\sigma_{S,MIN}$	$M_{Ed,Max}$	w	$M_{Ed,Max}$	w
[kNm]	[MPa]	[MPa]	[kNm]	[mm]	[kNm]	[mm]
881	11.1	-205	815	0.193	863	0.204

11.5.3 Verifiche capacità portante

Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la valutazione della lunghezza minima dei pali necessaria al soddisfacimento delle verifiche di capacità portante. In particolare da un confronto tra i valori massimi degli sforzi normali massimi attesi e le curve di capacità portante presentate nella "Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto" – L0703212E02GE0001REL01, con riferimento ai pali di diametro D800 si è ottenuto

$N_{Ed,Max} = 4424 \text{ kN}$; $N_{Ed,Min} = -1791 \text{ kN}$

In definitiva si è assunto per il muro: **$L_{pali} = 24.00\text{m}$** .



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 93 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 94 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

11.6 VERIFICA LOCALE DEL CORDOLO PER AZIONI D'URTO

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Le azioni di progetto sono state definite secondo le indicazioni del paragrafo 3.6.3.3.2 delle NTC08. Il carico di progetto è costituito da una forza orizzontale di $F=100$ KN, applicata alla quota minima fra 1,0 m sopra il piano di marcia e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza $d= 0.90$ m dalla base della barriera. Lo spessore del cordolo è pari ad $s = 0.50$.

Verifica delle staffe disposte all'interno del cordolo

La funzione di tali staffe è duplice:

- Equilibrare l'azione orizzontale F ;
- Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.

La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre $\Phi 14/20$ che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.

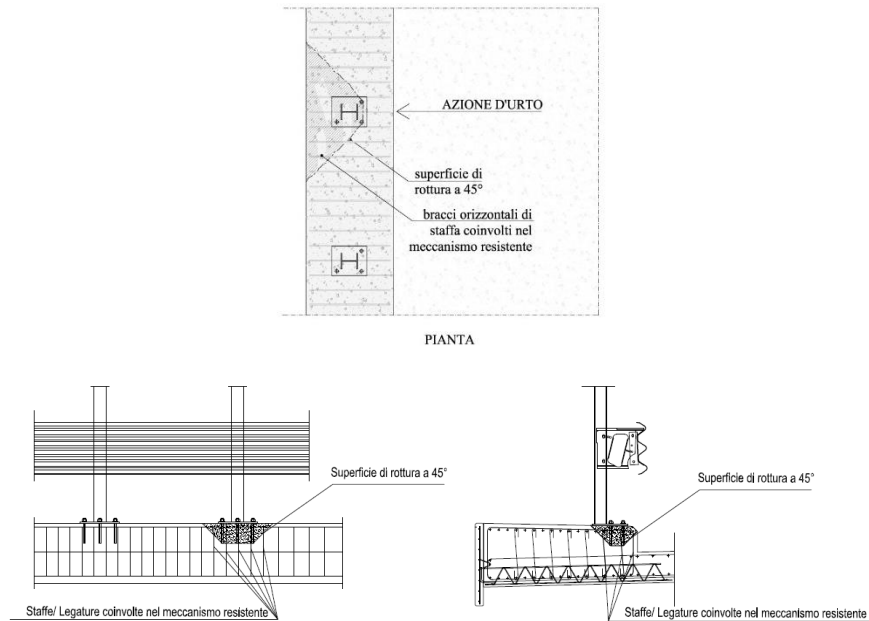


Figura 2 – Meccanismi di rottura locali per azioni d'urto

La trazione T_d dei tirafondi della barriera è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e dalle legature.

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a 0.22 m e un'altezza della forza d'urto sopra tale piastra di 0.90 m, si stima T_d come:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 95 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

$$T_d = 0.90m \cdot N / 0.22m = 409 \text{ kN}$$

Avendo disposto le staffe e legature $\Phi 14/20$ ed ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.15 m), risulta che i bracci verticali compresi nel cono di rottura sono disposti su 3 filari per un numero complessivo pari a:

$$n = 3 \cdot (2 \cdot 0.15 \text{ m} + 2 \cdot 0.19 \text{ m}) / 20 \text{ cm} = 10.2 \text{ bracci}$$

che corrisponde ad una trazione resistente pari a :

$$T_r = n \cdot 154.1 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-3} = 614 \text{ kN} > T_d$$



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 96 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

ALLEGATO

TABULATI DI CALCOLO MURO SOSTEGNO TIPO 1

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 97 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno

- Verifica a ribaltamento

- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa

- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)

- Verifica della stabilità globale

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 98 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg\left[\left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) * \left(k_h / (1 \pm k_v)\right)\right]$$

Terreno a permeabilità elevata

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 99 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_r/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_H W \quad F_{IV} = \pm k_V W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguito il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente disuguaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 100 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_r l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_r + c_a B_r$$

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppatasi lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo ρ (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale. Detta N la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, Q l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, S_p la resistenza passiva, L_c l'ampiezza del cuneo e indicando con δ_r l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = (N-Q) \operatorname{tg} \delta_r + S_p + c_a L_r$$

con $L_r = B_r - L_c$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_r , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_r pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c,i_c} + q N_q d_{q,i_q} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma,i_\gamma}$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord
 Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni
 Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 101 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\circ$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 102 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 103 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 2

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_γ	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniaxiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniaxiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica

	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	



QUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 104 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 105 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a mensola in c.a.

Altezza del paramento	3,00 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,80 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,70 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,95 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,05 [m]
Lunghezza totale fondazione	3,80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,60 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]

Altezza dello sperone di fondazione	1,20 [m]
Spessore dello sperone di fondazione	0,50 [m]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 106 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	6,35	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,20	[m]

Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	0,00	[m]
---	------	-----

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	35,00	17,50	0,0	0,0
Fondazione	20,00	20,00	25,00	18,00	10,0	0,0



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 107 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	Terreno
1	3,40	Rilevato
2	10,00	Fondazione

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 108 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
D/C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (SOVRACCARICO STRADALE)

D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=6,00$	$Q_i=60,0000$	$Q_f=20,0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

Condizione n° 2 (URTO)

C	Paramento	$X=0,00$	$Y=0,00$	$F_x=20,0000$	$F_y=0,0000$
	$M=30,0000$				

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 109 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,50	1.00	1,50

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,50	1.00	1,50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
URTO	SFAV	1,50	1.00	1,50

Combinazione n° 8 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10
URTO	SFAV	1,50	1.00	1,50

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 110 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
URTO	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 17 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 18 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 19 - Rara (SLE)

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 111 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 112 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QUIM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	2,11	--	5,73	--
2	EQU - [1]	--	--	6,13	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2,15
4	A1-M1 - [2]	--	1,71	--	3,02	--
5	EQU - [2]	--	--	5,05	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1,42
7	A1-M1 - [3]	--	1,51	--	3,66	--
8	EQU - [3]	--	--	2,25	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	2,15
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,76	--	5,69	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,77	--	5,31	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4,30	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	4,99	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,79
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,79
16	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	1,77	--	5,31	--
17	SLEQ - [1]	--	2,73	--	6,32	--
18	SLEF - [1]	--	2,20	--	4,26	--
19	SLER - [1]	--	2,10	--	3,83	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 113 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

Calcolo del carico limite

Calcolo della stabilità globale

Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann

metodo di Meyerhof

metodo di Bishop

Spinta a riposo

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g

2.06 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.19

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.31

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 7.73$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 3.87$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

0.00 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

50,0

Lunghezza del muro

10,00 [m]

Peso muro

118,3883 [kN]

Baricentro del muro

X=-0,09 Y=-2,73

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 2,05 Y = -3,60

Punto superiore superficie di spinta

X = 2,05 Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta

3,60 [m]

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)

0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica

65,1890 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

62,1638 [kN]

Componente verticale della spinta statica

19,6282 [kN]

Punto d'applicazione della spinta

X = 2,05 [m] Y = -2,19 [m]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	114 di 326

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,52	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,90	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]				Y = -3,60		[m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	123,0000	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]				Y = -1,50		[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	62,1638	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	261,0166	[kN]						
Resistenza passiva a valle del muro	-7,8845	[kN]						
Resistenza passiva dente di fondazione	-63,4246	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	261,0166	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	62,1638	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]						
Risultante in fondazione	268,3169	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,40	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-28,2766	[kNm]						
Carico ultimo della fondazione	1495,1499	[kN]						

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]						
Tensione terreno allo spigolo di valle	56,95	[kPa]						
Tensione terreno allo spigolo di monte	80,45	[kPa]						

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.77$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,72$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,22$
Fattori profondità	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,06$	$d_\gamma = 1,06$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.69$	$N'_q = 8.16$	$N'_\gamma = 1.54$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.11
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.73

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 115 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	0,0659	0,9953
3	0,30	3,7873	0,2775	2,1325
4	0,45	5,7633	0,6555	3,4078
5	0,60	7,7941	1,2200	4,8204
6	0,75	9,8799	1,9912	6,3703
7	0,90	12,0205	2,9894	8,0576
8	1,05	14,2160	4,2346	9,8822
9	1,20	16,4663	5,7472	11,8441
10	1,35	18,7716	7,5472	13,9433
11	1,50	21,1317	9,6548	16,1798
12	1,65	23,5467	12,0903	18,5537
13	1,80	26,0166	14,8738	21,0649
14	1,95	28,5413	18,0255	23,7134
15	2,10	31,1210	21,5655	26,4992
16	2,25	33,7555	25,5142	29,4223
17	2,40	36,4449	29,8916	32,4827
18	2,55	39,1891	34,7179	35,6805
19	2,70	41,9883	40,0134	39,0156
20	2,85	44,8423	45,7982	42,4880
21	3,00	47,7512	52,0916	46,0757

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	0,1915	4,0403
3	0,19	0,7694	8,1365
4	0,28	1,7392	12,2884
5	0,38	3,1060	16,4962
6	0,48	4,8752	20,7599
7	0,57	7,0521	25,0794
8	0,67	9,6421	29,4547
9	0,76	12,6503	33,8858
10	0,85	16,0821	38,3728
11	0,95	19,9429	42,9156

Sollecitazioni fondazione di monte

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 116 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	-0,2665	-2,6430
3	0,41	-1,1014	-5,5461
4	0,61	-2,5581	-8,7091
5	0,82	-4,6899	-12,1321
6	1,02	-7,5501	-15,8151
7	1,23	-11,1919	-19,7581
8	1,43	-15,6686	-23,9611
9	1,64	-21,0337	-28,4241
10	1,84	-27,3403	-33,1470
11	2,05	-34,6417	-38,1300

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	65,8433	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	63,8381	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	16,1256	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,21	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,18	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,20	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]	Y = -3,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	110,7000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]	Y = -1,50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	63,8381	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	233,3751	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-5,9750	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-47,9324	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	88,8521	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	544,8309	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	233,3751	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	63,8381	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Risultante in fondazione	241,9488	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,30	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-12,6315	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	6.13
--	------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 117 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,45 Y[m]= 0,72

Raggio del cerchio R[m]= 5,71

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,95

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,22

Larghezza della striscia dx[m]= 0,41

Coefficiente di sicurezza C= 2.15

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	6,0689	74.73	5,8547	0,0152	29.26	0	0
2	15,3504	62.72	13,6430	0,0087	29.26	0	0
3	20,9048	54.72	17,0657	0,0069	29.26	0	0
4	25,0947	48.12	18,6850	0,0060	29.26	0	0
5	28,4503	42.30	19,1477	0,0054	22.61	6	0
6	31,9361	36.98	19,2114	0,0050	20.46	8	2
7	34,5923	32.02	18,3391	0,0047	20.46	8	5
8	36,4836	27.31	16,7376	0,0045	20.46	8	7
9	38,0353	22.79	14,7353	0,0043	20.46	8	9
10	39,2835	18.43	12,4162	0,0042	20.46	8	11
11	45,0863	14.17	11,0339	0,0041	20.46	8	12
12	44,5946	9.99	7,7326	0,0041	20.46	8	13
13	20,4480	5.86	2,0871	0,0040	20.46	8	13
14	18,8520	1.76	0,5796	0,0040	20.46	8	14
15	18,4741	-2.33	-0,7497	0,0040	20.46	8	14
16	17,4787	-6.43	-1,9559	0,0040	20.46	8	13
17	16,9833	-10.56	-3,1119	0,0041	20.46	8	13
18	16,2384	-14.75	-4,1337	0,0041	20.46	8	12
19	15,2311	-19.02	-4,9638	0,0042	20.46	8	11
20	13,9428	-23.41	-5,5388	0,0043	20.46	8	9
21	12,3468	-27.94	-5,7858	0,0045	20.46	8	7
22	10,4050	-32.68	-5,6186	0,0047	20.46	8	5
23	8,0619	-37.69	-4,9291	0,0050	20.46	8	2
24	5,2330	-43.07	-3,5735	0,0055	20.46	8	0
25	1,7799	-48.98	-1,3428	0,0061	29.26	0	0

$$\Sigma W_i = 541,3560 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 135,5654 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 216,1316 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.90$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 118 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

COMBINAZIONE n° 4

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	118,9184	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	113,4015	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	35,8006	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]	Y = -1,99	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,52	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,21	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]	Y = -3,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	286,4875	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]	Y = -1,50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	113,4015	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	440,6764	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-7,8845	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-78,2413	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	440,6764	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	113,4015	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,24	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Risultante in fondazione	455,0336	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,43	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-106,6225	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1332,2991	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	71,67	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	160,30	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 20,72$	$N_q = 10,66$	$N_\gamma = 6,77$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,71$	$i_q = 0,71$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,06$	$d_\gamma = 1,06$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16,24$	$N'_q = 7,94$	$N'_\gamma = 1,28$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.71
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.02

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 119 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	0,3012	4,1307
3	0,30	3,7873	1,2174	8,3876
4	0,45	5,7633	2,7659	12,7552
5	0,60	7,7941	4,9626	17,2296
6	0,75	9,8799	7,8229	21,8109
7	0,90	12,0205	11,3626	26,4993
8	1,05	14,2160	15,5973	31,2949
9	1,20	16,4663	20,5427	36,1976
10	1,35	18,7716	26,2144	41,2077
11	1,50	21,1317	32,6281	46,3252
12	1,65	23,5467	39,7996	51,5502
13	1,80	26,0166	47,7446	56,8827
14	1,95	28,5413	56,4787	62,3228
15	2,10	31,1210	66,0177	67,8707
16	2,25	33,7555	76,3774	73,5262
17	2,40	36,4449	87,5735	79,2896
18	2,55	39,1891	99,6217	85,1608
19	2,70	41,9883	112,5379	91,1400
20	2,85	44,8423	126,3378	97,2271
21	3,00	47,7512	141,0365	103,4050

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	0,2604	5,5163
3	0,19	1,0548	11,2431
4	0,28	2,4032	17,1805
5	0,38	4,3257	23,3284
6	0,48	6,8423	29,6869
7	0,57	9,9729	36,2558
8	0,67	13,7376	43,0353
9	0,76	18,1563	50,0254
10	0,85	23,2491	57,2259
11	0,95	29,0359	64,6370

Sollecitazioni fondazione di monte

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 120 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	-0,0880	-1,0918
3	0,41	-0,5433	-3,5841
4	0,61	-1,6532	-7,4771
5	0,82	-3,7046	-12,7706
6	1,02	-6,9849	-19,4648
7	1,23	-11,7809	-27,5595
8	1,43	-18,3800	-37,0549
9	1,64	-27,0691	-47,9508
10	1,84	-38,1355	-60,2473
11	2,05	-51,8662	-73,9445

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	132,0909	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	128,0700	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	32,3432	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]	Y = -1,96	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,17	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,33	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]	Y = -3,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	274,1875	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]	Y = -1,50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	128,0700	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	413,0802	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-5,9750	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-63,0991	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	209,7621	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1060,0351	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	413,0802	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	128,0700	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,16	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Risultante in fondazione	432,4780	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,23	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-65,5363	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.05
--	------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 121 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,81 Y[m]= 0,72

Raggio del cerchio R[m]= 5,81

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,44

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,96

Larghezza della striscia dx[m]= 0,42

Coefficiente di sicurezza C= 1.42

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α (°)	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	25,3030	74.81	24,4195	0,0156	29.26	0	0
2	36,5401	62.68	32,4629	0,0089	29.26	0	0
3	43,8370	54.65	35,7566	0,0071	29.26	0	0
4	49,7076	48.04	36,9610	0,0061	29.26	0	0
5	55,1617	42.20	37,0511	0,0055	20.72	8	0
6	60,2053	36.86	36,1168	0,0051	20.46	8	3
7	64,0833	31.88	33,8461	0,0048	20.46	8	6
8	67,5510	27.16	30,8338	0,0046	20.46	8	8
9	70,6634	22.63	27,1890	0,0044	20.46	8	10
10	61,5289	18.25	19,2645	0,0043	20.46	8	12
11	47,6622	13.97	11,5072	0,0042	20.46	8	13
12	22,9114	9.77	3,8898	0,0041	20.46	8	14
13	19,9172	5.63	1,9543	0,0041	20.46	8	14
14	19,8233	1.52	0,5248	0,0041	20.46	8	15
15	18,9734	-2.59	-0,8572	0,0041	20.46	8	15
16	18,6913	-6.71	-2,1837	0,0041	20.46	8	14
17	18,1550	-10.86	-3,4219	0,0042	20.46	8	14
18	17,3557	-15.08	-4,5150	0,0042	20.46	8	13
19	16,2796	-19.38	-5,4017	0,0043	20.46	8	11
20	14,9063	-23.80	-6,0144	0,0045	20.46	8	10
21	13,2068	-28.37	-6,2755	0,0046	20.46	8	8
22	11,1396	-33.15	-6,0921	0,0049	20.46	8	5
23	8,6439	-38.22	-5,3474	0,0052	20.46	8	2
24	5,6263	-43.66	-3,8846	0,0056	20.46	8	0
25	1,9319	-49.67	-1,4728	0,0063	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 789,8051$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 286,3110$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 324,3599$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.81$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 122 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

COMBINAZIONE n° 7

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	65,1890	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	62,1638	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	19,6282	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,19	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,52	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,90	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]	Y = -3,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	123,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]	Y = -1,50	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	30,00	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	92,1638	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	261,0166	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-7,8845	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-88,2909	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	261,0166	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	92,1638	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Risultante in fondazione	276,8101	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,45	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	124,7234	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	954,1587	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	120,54	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	16,86	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.77$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,61$	$i_q = 0,61$	$i_\gamma = 0,05$
Fattori profondità	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,06$	$d_\gamma = 1,06$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.16$	$N'_q = 6.92$	$N'_\gamma = 0.35$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.51
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.66

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 123 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	45,0000	30,0000
2	0,15	1,8662	49,5659	30,9953
3	0,30	3,7873	54,2775	32,1325
4	0,45	5,7633	59,1555	33,4078
5	0,60	7,7941	64,2200	34,8204
6	0,75	9,8799	69,4912	36,3703
7	0,90	12,0205	74,9894	38,0576
8	1,05	14,2160	80,7346	39,8822
9	1,20	16,4663	86,7472	41,8441
10	1,35	18,7716	93,0472	43,9433
11	1,50	21,1317	99,6548	46,1798
12	1,65	23,5467	106,5903	48,5537
13	1,80	26,0166	113,8738	51,0649
14	1,95	28,5413	121,5255	53,7134
15	2,10	31,1210	129,5655	56,4992
16	2,25	33,7555	138,0142	59,4223
17	2,40	36,4449	146,8916	62,4827
18	2,55	39,1891	156,2179	65,6805
19	2,70	41,9883	166,0134	69,0156
20	2,85	44,8423	176,2982	72,4880
21	3,00	47,7512	187,0916	76,0757

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	0,4736	9,9305
3	0,19	1,8790	19,6147
4	0,28	4,1927	29,0527
5	0,38	7,3912	38,2444
6	0,48	11,4513	47,1898
7	0,57	16,3495	55,8890
8	0,67	22,0624	64,3418
9	0,76	28,5666	72,5484
10	0,85	35,8388	80,5088
11	0,95	43,8555	88,2228

Sollecitazioni fondazione di monte

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 124 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	-1,5546	-14,9760
3	0,41	-6,0618	-28,8053
4	0,61	-13,2865	-41,4878
5	0,82	-22,9935	-53,0235
6	1,02	-34,9477	-63,4125
7	1,23	-48,9142	-72,6547
8	1,43	-64,6578	-80,7501
9	1,64	-81,9434	-87,6987
10	1,84	-100,5359	-93,5005
11	2,05	-120,2002	-98,1556

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	65,8433	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	63,8381	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	16,1256	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,21	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,18	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,20	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]	Y = -3,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	110,7000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]	Y = -1,50	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	30,00	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	93,8381	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	233,3751	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-5,9750	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-67,8254	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	241,8521	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	544,8309	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	233,3751	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	93,8381	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,60	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Risultante in fondazione	251,5343	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21,90	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	140,3685	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.25
--	------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 125 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,45 Y[m]= 0,72

Raggio del cerchio R[m]= 5,71

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,95

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,22

Larghezza della striscia dx[m]= 0,41

Coefficiente di sicurezza C= 2.15

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	6,0689	74.73	5,8547	0,0152	29.26	0	0
2	15,3504	62.72	13,6430	0,0087	29.26	0	0
3	20,9048	54.72	17,0657	0,0069	29.26	0	0
4	25,0947	48.12	18,6850	0,0060	29.26	0	0
5	28,4503	42.30	19,1477	0,0054	22.61	6	0
6	31,9361	36.98	19,2114	0,0050	20.46	8	2
7	34,5923	32.02	18,3391	0,0047	20.46	8	5
8	36,4836	27.31	16,7376	0,0045	20.46	8	7
9	38,0353	22.79	14,7353	0,0043	20.46	8	9
10	39,2835	18.43	12,4162	0,0042	20.46	8	11
11	45,0863	14.17	11,0339	0,0041	20.46	8	12
12	44,5946	9.99	7,7326	0,0041	20.46	8	13
13	20,4480	5.86	2,0871	0,0040	20.46	8	13
14	18,8520	1.76	0,5796	0,0040	20.46	8	14
15	18,4741	-2.33	-0,7497	0,0040	20.46	8	14
16	17,4787	-6.43	-1,9559	0,0040	20.46	8	13
17	16,9833	-10.56	-3,1119	0,0041	20.46	8	13
18	16,2384	-14.75	-4,1337	0,0041	20.46	8	12
19	15,2311	-19.02	-4,9638	0,0042	20.46	8	11
20	13,9428	-23.41	-5,5388	0,0043	20.46	8	9
21	12,3468	-27.94	-5,7858	0,0045	20.46	8	7
22	10,4050	-32.68	-5,6186	0,0047	20.46	8	5
23	8,0619	-37.69	-4,9291	0,0050	20.46	8	2
24	5,2330	-43.07	-3,5735	0,0055	20.46	8	0
25	1,7799	-48.98	-1,3428	0,0061	29.26	0	0

$$\Sigma W_i = 541,3560 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 135,5654 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 216,1316 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.90$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	126 di 326

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	49,6518	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	47,3483	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	14,9480	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]				Y = -2,18		[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,52	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,90	[°]						
Incremento sismico della spinta	7,2404	[kN]						
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,05	[m]				Y = -2,18		[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,09	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]				Y = -3,60		[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	123,0000	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]				Y = -1,50		[m]
Inerzia del muro	9,1542	[kN]						
Inerzia verticale del muro	-4,5771	[kN]						
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9,5108	[kN]						
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4,7554	[kN]						

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72,9179	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	249,1836	[kN]						
Resistenza passiva a valle del muro	-7,8845	[kN]						
Resistenza passiva dente di fondazione	-65,7131	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	249,1836	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	72,9179	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,01	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]						
Risultante in fondazione	259,6333	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,31	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3,0313	[kNm]						
Carico ultimo della fondazione	1416,7786	[kN]						

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]						
Tensione terreno allo spigolo di valle	64,32	[kPa]						
Tensione terreno allo spigolo di monte	66,84	[kPa]						

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.77$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,67$	$i_q = 0,67$	$i_\gamma = 0,12$
Fattori profondità	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,06$	$d_\gamma = 1,06$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 15.44$	$N'_q = 7.55$	$N'_\gamma = 0.86$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.76
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.69

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 127 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	0,0679	1,0203
3	0,30	3,7873	0,2844	2,1696
4	0,45	5,7633	0,6681	3,4448
5	0,60	7,7941	1,2373	4,8451
6	0,75	9,8799	2,0106	6,3705
7	0,90	12,0205	3,0062	8,0209
8	1,05	14,2160	4,2424	9,7965
9	1,20	16,4663	5,7376	11,6972
10	1,35	18,7716	7,5102	13,7229
11	1,50	21,1317	9,5785	15,8738
12	1,65	23,5467	11,9609	18,1497
13	1,80	26,0166	14,6757	20,5508
14	1,95	28,5413	17,7413	23,0769
15	2,10	31,1210	21,1759	25,7282
16	2,25	33,7555	24,9981	28,5045
17	2,40	36,4449	29,2260	31,4060
18	2,55	39,1891	33,8782	34,4325
19	2,70	41,9883	38,9728	37,5841
20	2,85	44,8423	44,5284	40,8608
21	3,00	47,7512	50,5624	44,2433

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	0,2240	4,7163
3	0,19	0,8963	9,4387
4	0,28	2,0175	14,1670
5	0,38	3,5882	18,9013
6	0,48	5,6089	23,6415
7	0,57	8,0803	28,3878
8	0,67	11,0028	33,1401
9	0,76	14,3771	37,8983
10	0,85	18,2037	42,6625
11	0,95	22,4832	47,4327

Sollecitazioni fondazione di monte

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 128 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	-0,1662	-1,6265
3	0,41	-0,6688	-3,2808
4	0,61	-1,5133	-4,9630
5	0,82	-2,7055	-6,6731
6	1,02	-4,2511	-8,4110
7	1,23	-6,1559	-10,1768
8	1,43	-8,4255	-11,9705
9	1,64	-11,0657	-13,7921
10	1,84	-14,0822	-15,6415
11	2,05	-17,4807	-17,5188

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	49,6518	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	47,3483	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	14,9480	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,18	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,52	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,90	[°]		
Incremento sismico della spinta	11,1920	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,18	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,40	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]	Y = -3,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	123,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]	Y = -1,50	[m]
Inerzia del muro	9,1542	[kN]		
Inerzia verticale del muro	4,5771	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9,5108	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4,7554	[kN]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	76,6861	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	269,0383	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-7,8845	[kN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-68,2733	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	269,0383	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	76,6861	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,02	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]		
Risultante in fondazione	279,7541	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,91	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6,0119	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1429,7733	[kN]		
<u>Tensioni sul terreno</u>				
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	68,31	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	73,31	[kPa]		



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 129 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante

$$N_c = 20.72$$

$$N_q = 10.66$$

$$N_\gamma = 6.77$$

Fattori forma

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

Fattori inclinazione

$$i_c = 0,68$$

$$i_q = 0,68$$

$$i_\gamma = 0,13$$

Fattori profondità

$$d_c = 1,11$$

$$d_q = 1,06$$

$$d_\gamma = 1,06$$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 15.61$$

$$N'_q = 7.63$$

$$N'_\gamma = 0.94$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.77

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

5.31

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 130 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	0,0722	1,0786
3	0,30	3,7873	0,3023	2,2945
4	0,45	5,7633	0,7102	3,6444
5	0,60	7,7941	1,3155	5,1274
6	0,75	9,8799	2,1378	6,7435
7	0,90	12,0205	3,1967	8,4928
8	1,05	14,2160	4,5116	10,3752
9	1,20	16,4663	6,1021	12,3908
10	1,35	18,7716	7,9879	14,5395
11	1,50	21,1317	10,1884	16,8213
12	1,65	23,5467	12,7232	19,2363
13	1,80	26,0166	15,6119	21,7844
14	1,95	28,5413	18,8741	24,4656
15	2,10	31,1210	22,5292	27,2800
16	2,25	33,7555	26,5968	30,2276
17	2,40	36,4449	31,0966	33,3082
18	2,55	39,1891	36,0480	36,5220
19	2,70	41,9883	41,4707	39,8690
20	2,85	44,8423	47,3841	43,3490
21	3,00	47,7512	53,8070	46,9416

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	0,2421	5,0980
3	0,19	0,9690	10,2079
4	0,28	2,1819	15,3297
5	0,38	3,8820	20,4634
6	0,48	6,0704	25,6089
7	0,57	8,7481	30,7663
8	0,67	11,9163	35,9355
9	0,76	15,5762	41,1166
10	0,85	19,7289	46,3096
11	0,95	24,3754	51,5145

Sollecitazioni fondazione di monte

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 131 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	-0,0313	-0,3149
3	0,41	-0,1329	-0,6852
4	0,61	-0,3160	-1,1107
5	0,82	-0,5920	-1,5914
6	1,02	-0,9723	-2,1275
7	1,23	-1,4681	-2,7188
8	1,43	-2,0908	-3,3654
9	1,64	-2,8517	-4,0673
10	1,84	-3,7621	-4,8244
11	2,05	-4,8335	-5,6369

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	59,6871	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	57,8696	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	14,6173	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,20	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,18	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,20	[°]		
Incremento sismico della spinta	7,5263	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,20	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45,95	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]	Y = -3,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	123,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]	Y = -1,50	[m]
Inerzia del muro	9,1542	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-4,5771	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9,5108	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4,7554	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	83,8318	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	248,5163	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-6,6389	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-55,3080	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	139,6313	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	599,8326	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	248,5163	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	83,8318	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Risultante in fondazione	262,2749	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,64	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	11,9101	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.30
--	------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	132 di 326

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	59,6871	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	57,8696	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	14,6173	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,20	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,18	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,20	[°]			
Incremento sismico della spinta	12,2256	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,20	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,27	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]	Y = -3,60	[m]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	123,0000	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]	Y = -1,50	[m]	
Inerzia del muro	9,1542	[kN]			
Inerzia verticale del muro	4,5771	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9,5108	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4,7554	[kN]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	88,3880	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	268,3322	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-6,6389	[kN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-57,4899	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	125,2167	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	624,9779	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	268,3322	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	88,3880	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,04	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]		
Risultante in fondazione	282,5148	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,23	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	9,9948	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.99
--	------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 133 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 14

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,81 Y[m]= 2,17

Raggio del cerchio R[m]= 7,20

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,03

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,07

Larghezza della striscia dx[m]= 0,48

Coefficiente di sicurezza C= 1.79

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	5,5416	67.08	5,1042	0,0122	29.26	0	0
2	14,9604	58.86	12,8044	0,0092	29.26	0	0
3	21,8366	52.00	17,2084	0,0077	29.26	0	0
4	27,2699	46.10	19,6487	0,0068	29.26	0	0
5	31,7248	40.78	20,7203	0,0063	27.44	2	0
6	35,4387	35.86	20,7595	0,0059	20.46	8	1
7	39,5557	31.23	20,5090	0,0056	20.46	8	4
8	42,4694	26.82	19,1623	0,0053	20.46	8	6
9	44,6280	22.58	17,1344	0,0051	20.46	8	9
10	46,3843	18.46	14,6891	0,0050	20.46	8	10
11	52,6305	14.44	13,1279	0,0049	20.46	8	12
12	49,6002	10.50	9,0368	0,0048	20.46	8	13
13	22,6412	6.60	2,6027	0,0048	20.46	8	14
14	22,7905	2.73	1,0874	0,0048	20.46	8	14
15	21,6565	-1.12	-0,4228	0,0047	20.46	8	14
16	21,2951	-4.98	-1,8476	0,0048	20.46	8	14
17	20,7259	-8.86	-3,1918	0,0048	20.46	8	13
18	19,8293	-12.78	-4,3871	0,0049	20.46	8	12
19	18,5920	-16.77	-5,3635	0,0050	20.46	8	11
20	16,9944	-20.84	-6,0456	0,0051	20.46	8	9
21	15,0090	-25.02	-6,3488	0,0052	20.46	8	7
22	12,5975	-29.36	-6,1762	0,0054	20.46	8	5
23	9,7062	-33.89	-5,4118	0,0057	20.46	8	2
24	6,2575	-38.67	-3,9102	0,0061	20.46	8	0
25	2,1350	-43.81	-1,4780	0,0066	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 622,2702$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 149,0118$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 250,2011$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.28$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 134 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 15

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,81 Y[m]= 2,17

Raggio del cerchio R[m]= 7,20

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,03

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,07

Larghezza della striscia dx[m]= 0,48

Coefficiente di sicurezza C= 1.79

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	5,5416	67.08	5,1042	0,0122	29.26	0	0
2	14,9604	58.86	12,8044	0,0092	29.26	0	0
3	21,8366	52.00	17,2084	0,0077	29.26	0	0
4	27,2699	46.10	19,6487	0,0068	29.26	0	0
5	31,7248	40.78	20,7203	0,0063	27.44	2	0
6	35,4387	35.86	20,7595	0,0059	20.46	8	1
7	39,5557	31.23	20,5090	0,0056	20.46	8	4
8	42,4694	26.82	19,1623	0,0053	20.46	8	6
9	44,6280	22.58	17,1344	0,0051	20.46	8	9
10	46,3843	18.46	14,6891	0,0050	20.46	8	10
11	52,6305	14.44	13,1279	0,0049	20.46	8	12
12	49,6002	10.50	9,0368	0,0048	20.46	8	13
13	22,6412	6.60	2,6027	0,0048	20.46	8	14
14	22,7905	2.73	1,0874	0,0048	20.46	8	14
15	21,6565	-1.12	-0,4228	0,0047	20.46	8	14
16	21,2951	-4.98	-1,8476	0,0048	20.46	8	14
17	20,7259	-8.86	-3,1918	0,0048	20.46	8	13
18	19,8293	-12.78	-4,3871	0,0049	20.46	8	12
19	18,5920	-16.77	-5,3635	0,0050	20.46	8	11
20	16,9944	-20.84	-6,0456	0,0051	20.46	8	9
21	15,0090	-25.02	-6,3488	0,0052	20.46	8	7
22	12,5975	-29.36	-6,1762	0,0054	20.46	8	5
23	9,7062	-33.89	-5,4118	0,0057	20.46	8	2
24	6,2575	-38.67	-3,9102	0,0061	20.46	8	0
25	2,1350	-43.81	-1,4780	0,0066	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 622,2702$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 149,0118$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 250,2011$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.28$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 135 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

COMBINAZIONE n° 16

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	49,6518	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	47,3483	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	14,9480	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,18	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,52	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,90	[°]		
Incremento sismico della spinta	11,1920	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,18	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,40	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]	Y = -3,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	123,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]	Y = -1,50	[m]
Inerzia del muro	9,1542	[kN]		
Inerzia verticale del muro	4,5771	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9,5108	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4,7554	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	76,6861	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	269,0383	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-7,8845	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-68,2733	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	269,0383	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	76,6861	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Risultante in fondazione	279,7541	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,91	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6,0119	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1429,7733	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	68,31	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	73,31	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.77$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,68$	$i_q = 0,68$	$i_\gamma = 0,13$
Fattori profondità	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,06$	$d_\gamma = 1,06$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 15.61$	$N'_q = 7.63$	$N'_\gamma = 0.94$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.77
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.31

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 136 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	0,0722	1,0786
3	0,30	3,7873	0,3023	2,2945
4	0,45	5,7633	0,7102	3,6444
5	0,60	7,7941	1,3155	5,1274
6	0,75	9,8799	2,1378	6,7435
7	0,90	12,0205	3,1967	8,4928
8	1,05	14,2160	4,5116	10,3752
9	1,20	16,4663	6,1021	12,3908
10	1,35	18,7716	7,9879	14,5395
11	1,50	21,1317	10,1884	16,8213
12	1,65	23,5467	12,7232	19,2363
13	1,80	26,0166	15,6119	21,7844
14	1,95	28,5413	18,8741	24,4656
15	2,10	31,1210	22,5292	27,2800
16	2,25	33,7555	26,5968	30,2276
17	2,40	36,4449	31,0966	33,3082
18	2,55	39,1891	36,0480	36,5220
19	2,70	41,9883	41,4707	39,8690
20	2,85	44,8423	47,3841	43,3490
21	3,00	47,7512	53,8070	46,9416

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	0,2421	5,0980
3	0,19	0,9690	10,2079
4	0,28	2,1819	15,3297
5	0,38	3,8820	20,4634
6	0,48	6,0704	25,6089
7	0,57	8,7481	30,7663
8	0,67	11,9163	35,9355
9	0,76	15,5762	41,1166
10	0,85	19,7289	46,3096
11	0,95	24,3754	51,5145

Sollecitazioni fondazione di monte

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 137 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	-0,0313	-0,3149
3	0,41	-0,1329	-0,6852
4	0,61	-0,3160	-1,1107
5	0,82	-0,5920	-1,5914
6	1,02	-0,9723	-2,1275
7	1,23	-1,4681	-2,7188
8	1,43	-2,0908	-3,3654
9	1,64	-2,8517	-4,0673
10	1,84	-3,7621	-4,8244
11	2,05	-4,8335	-5,6369

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	49,6518	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	47,3483	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	14,9480	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,18	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,52	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,90	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]	Y = -3,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	123,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]	Y = -1,50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	47,3483	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	256,3363	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-7,8845	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-60,8523	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	256,3363	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	47,3483	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Risultante in fondazione	260,6726	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-39,6877	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1620,9723	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	50,97	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	83,96	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.77$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,34$
Fattori profondità	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,06$	$d_\gamma = 1,06$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.99$	$N'_q = 8.79$	$N'_\gamma = 2.41$



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 138 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.73

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

6.32

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 139 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	0,0491	0,7656
3	0,30	3,7873	0,2070	1,6403
4	0,45	5,7633	0,4895	2,6214
5	0,60	7,7941	0,9119	3,7080
6	0,75	9,8799	1,4899	4,9003
7	0,90	12,0205	2,2387	6,1982
8	1,05	14,2160	3,1739	7,6017
9	1,20	16,4663	4,3108	9,1108
10	1,35	18,7716	5,6648	10,7256
11	1,50	21,1317	7,2515	12,4460
12	1,65	23,5467	9,0862	14,2721
13	1,80	26,0166	11,1844	16,2037
14	1,95	28,5413	13,5615	18,2410
15	2,10	31,1210	16,2329	20,3840
16	2,25	33,7555	19,2141	22,6325
17	2,40	36,4449	22,5204	24,9867
18	2,55	39,1891	26,1674	27,4465
19	2,70	41,9883	30,1705	30,0120
20	2,85	44,8423	34,5450	32,6831
21	3,00	47,7512	39,3058	35,4429

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	0,1649	3,4840
3	0,19	0,6644	7,0463
4	0,28	1,5062	10,6870
5	0,38	2,6975	14,4061
6	0,48	4,2458	18,2036
7	0,57	6,1586	22,0794
8	0,67	8,4434	26,0336
9	0,76	11,1075	30,0661
10	0,85	14,1584	34,1770
11	0,95	17,6036	38,3663

Sollecitazioni fondazione di monte

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 140 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	0,1819	1,7143
3	0,41	0,6779	3,0636
4	0,61	1,4131	4,0480
5	0,82	2,3127	4,6676
6	1,02	3,3019	4,9222
7	1,23	4,3058	4,8119
8	1,43	5,2498	4,3367
9	1,64	6,0590	3,4966
10	1,84	6,6585	2,2916
11	2,05	6,9736	0,7216

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	76,4938	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	72,9455	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	23,0273	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]	Y = -2,02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,52	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,96	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]	Y = -3,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	204,7437	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]	Y = -1,50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72,9455	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	346,1594	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-7,8845	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-68,2577	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	346,1594	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	72,9455	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Risultante in fondazione	353,7618	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,90	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-78,8722	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1473,8679	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	58,33	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	123,89	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.77$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,75$	$i_q = 0,75$	$i_\gamma = 0,27$
Fattori profondità	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,06$	$d_\gamma = 1,06$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.35$	$N'_q = 8.48$	$N'_\gamma = 1.96$



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 141 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.20

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

4.26

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 142 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	0,1667	2,3333
3	0,30	3,7873	0,6769	4,7679
4	0,45	5,7633	1,5447	7,2950
5	0,60	7,7941	2,7832	9,9125
6	0,75	9,8799	4,4057	12,6204
7	0,90	12,0205	6,4253	15,4187
8	1,05	14,2160	8,8551	18,3075
9	1,20	16,4663	11,7083	21,2869
10	1,35	18,7716	14,9981	24,3568
11	1,50	21,1317	18,7376	27,5173
12	1,65	23,5467	22,9401	30,7684
13	1,80	26,0166	27,6187	34,1101
14	1,95	28,5413	32,7865	37,5425
15	2,10	31,1210	38,4569	41,0656
16	2,25	33,7555	44,6428	44,6793
17	2,40	36,4449	51,3577	48,3839
18	2,55	39,1891	58,6146	52,1791
19	2,70	41,9883	66,4268	56,0651
20	2,85	44,8423	74,8074	60,0419
21	3,00	47,7512	83,7691	64,0950

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	0,1993	4,2214
3	0,19	0,8070	8,5985
4	0,28	1,8379	13,1313
5	0,38	3,3069	17,8199
6	0,48	5,2286	22,6642
7	0,57	7,6180	27,6643
8	0,67	10,4898	32,8201
9	0,76	13,8587	38,1316
10	0,85	17,7397	43,5988
11	0,95	22,1475	49,2219

Sollecitazioni fondazione di monte

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 143 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	0,2713	2,4905
3	0,41	0,9572	4,0456
4	0,61	1,8660	4,6654
5	0,82	2,8061	4,3499
6	1,02	3,5856	3,0991
7	1,23	4,0128	0,9130
8	1,43	3,8960	-2,2085
9	1,64	3,0434	-6,2652
10	1,84	1,2633	-11,2573
11	2,05	-1,6360	-17,1847

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	85,4648	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	81,5004	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	25,7276	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,05	[m]	Y = -1,99	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,52	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,15	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,05	[m]	Y = -3,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	231,9917	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,02	[m]	Y = -1,50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	81,5004	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	376,1076	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-7,8845	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-70,7287	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	376,1076	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	81,5004	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,24	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Risultante in fondazione	384,8366	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,23	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-91,9251	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1441,9286	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	60,78	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	137,20	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.77$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,75$	$i_q = 0,75$	$i_\gamma = 0,26$
Fattori profondità	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,06$	$d_\gamma = 1,06$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.20$	$N'_q = 8.41$	$N'_\gamma = 1.86$



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 144 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.10

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

3.83

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 145 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	0,2060	2,8559
3	0,30	3,7873	0,8336	5,8105
4	0,45	5,7633	1,8964	8,8529
5	0,60	7,7941	3,4070	11,9807
6	0,75	9,8799	5,3777	15,1939
7	0,90	12,0205	7,8208	18,4925
8	1,05	14,2160	10,7489	21,8766
9	1,20	16,4663	14,1743	25,3462
10	1,35	18,7716	18,1095	28,9015
11	1,50	21,1317	22,5668	32,5423
12	1,65	23,5467	27,5588	36,2689
13	1,80	26,0166	33,0978	40,0812
14	1,95	28,5413	39,1963	43,9793
15	2,10	31,1210	45,8668	47,9632
16	2,25	33,7555	53,1217	52,0329
17	2,40	36,4449	60,9734	56,1885
18	2,55	39,1891	69,4346	60,4301
19	2,70	41,9883	78,5175	64,7576
20	2,85	44,8423	88,2348	69,1711
21	3,00	47,7512	98,5984	73,6568

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 19

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	0,2108	4,4677
3	0,19	0,8546	9,1169
4	0,28	1,9487	13,9475
5	0,38	3,5104	18,9597
6	0,48	5,5568	24,1535
7	0,57	8,1053	29,5287
8	0,67	11,1730	35,0854
9	0,76	14,7773	40,8237
10	0,85	18,9353	46,7434
11	0,95	23,6643	52,8447

Sollecitazioni fondazione di monte



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 146 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 19

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	0,3010	2,7489
3	0,41	1,0501	4,3724
4	0,61	2,0168	4,8705
5	0,82	2,9702	4,2433
6	1,02	3,6796	2,4907
7	1,23	3,9144	-0,3873
8	1,43	3,4439	-4,3907
9	1,64	2,0373	-9,5194
10	1,84	-0,5360	-15,7736
11	2,05	-4,5067	-23,1531

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 147 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	45,0000	0,0000	30,0000
2	0,15	1,8662	1,8662	0,0659	49,5659	0,9953	30,9953
3	0,30	3,7873	3,7873	0,2775	54,2775	2,1325	32,1325
4	0,45	5,7633	5,7633	0,6555	59,1555	3,4078	33,4078
5	0,60	7,7941	7,7941	1,2200	64,2200	4,8204	34,8204
6	0,75	9,8799	9,8799	1,9912	69,4912	6,3703	36,3703
7	0,90	12,0205	12,0205	2,9894	74,9894	8,0209	38,0576
8	1,05	14,2160	14,2160	4,2346	80,7346	9,7965	39,8822
9	1,20	16,4663	16,4663	5,7376	86,7472	11,6972	41,8441
10	1,35	18,7716	18,7716	7,5102	93,0472	13,7229	43,9433
11	1,50	21,1317	21,1317	9,5785	99,6548	15,8738	46,3252
12	1,65	23,5467	23,5467	11,9609	106,5903	18,1497	51,5502
13	1,80	26,0166	26,0166	14,6757	113,8738	20,5508	56,8827
14	1,95	28,5413	28,5413	17,7413	121,5255	23,0769	62,3228
15	2,10	31,1210	31,1210	21,1759	129,5655	25,7282	67,8707
16	2,25	33,7555	33,7555	24,9981	138,0142	28,5045	73,5262
17	2,40	36,4449	36,4449	29,2260	146,8916	31,4060	79,2896
18	2,55	39,1891	39,1891	33,8782	156,2179	34,4325	85,1608
19	2,70	41,9883	41,9883	38,9728	166,0134	37,5841	91,1400
20	2,85	44,8423	44,8423	44,5284	176,2982	40,8608	97,2271
21	3,00	47,7512	47,7512	50,5624	187,0916	44,2433	103,4050

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	1,8662	0,0491	0,2060	0,7656	2,8559
3	0,30	3,7873	3,7873	0,2070	0,8336	1,6403	5,8105
4	0,45	5,7633	5,7633	0,4895	1,8964	2,6214	8,8529
5	0,60	7,7941	7,7941	0,9119	3,4070	3,7080	11,9807
6	0,75	9,8799	9,8799	1,4899	5,3777	4,9003	15,1939
7	0,90	12,0205	12,0205	2,2387	7,8208	6,1982	18,4925
8	1,05	14,2160	14,2160	3,1739	10,7489	7,6017	21,8766
9	1,20	16,4663	16,4663	4,3108	14,1743	9,1108	25,3462
10	1,35	18,7716	18,7716	5,6648	18,1095	10,7256	28,9015
11	1,50	21,1317	21,1317	7,2515	22,5668	12,4460	32,5423
12	1,65	23,5467	23,5467	9,0862	27,5588	14,2721	36,2689
13	1,80	26,0166	26,0166	11,1844	33,0978	16,2037	40,0812
14	1,95	28,5413	28,5413	13,5615	39,1963	18,2410	43,9793
15	2,10	31,1210	31,1210	16,2329	45,8668	20,3840	47,9632
16	2,25	33,7555	33,7555	19,2141	53,1217	22,6325	52,0329
17	2,40	36,4449	36,4449	22,5204	60,9734	24,9867	56,1885
18	2,55	39,1891	39,1891	26,1674	69,4346	27,4465	60,4301
19	2,70	41,9883	41,9883	30,1705	78,5175	30,0120	64,7576
20	2,85	44,8423	44,8423	34,5450	88,2348	32,6831	69,1711
21	3,00	47,7512	47,7512	39,3058	98,5984	35,4429	73,6568

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 148 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,09	0,1915	0,4736	4,0403	9,9305
3	0,19	0,7694	1,8790	8,1365	19,6147
4	0,28	1,7392	4,1927	12,2884	29,0527
5	0,38	3,1060	7,3912	16,4962	38,2444
6	0,48	4,8752	11,4513	20,7599	47,1898
7	0,57	7,0521	16,3495	25,0794	55,8890
8	0,67	9,6421	22,0624	29,4547	64,3418
9	0,76	12,6503	28,5666	33,8858	72,5484
10	0,85	16,0821	35,8388	38,3728	80,5088
11	0,95	19,9429	43,8555	42,9156	88,2228

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,09	0,1649	0,2108	3,4840	4,4677
3	0,19	0,6644	0,8546	7,0463	9,1169
4	0,28	1,5062	1,9487	10,6870	13,9475
5	0,38	2,6975	3,5104	14,4061	18,9597
6	0,48	4,2458	5,5568	18,2036	24,1535
7	0,57	6,1586	8,1053	22,0794	29,5287
8	0,67	8,4434	11,1730	26,0336	35,0854
9	0,76	11,1075	14,7773	30,0661	40,8237
10	0,85	14,1584	18,9353	34,1770	46,7434
11	0,95	17,6036	23,6643	38,3663	52,8447

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	-1,5546	-0,0313	-14,9760	-0,3149
3	0,41	-6,0618	-0,1329	-28,8053	-0,6852
4	0,61	-13,2865	-0,3160	-41,4878	-1,1107
5	0,82	-22,9935	-0,5920	-53,0235	-1,5914
6	1,02	-34,9477	-0,9723	-63,4125	-2,1275
7	1,23	-48,9142	-1,4681	-72,6547	-2,7188
8	1,43	-64,6578	-2,0908	-80,7501	-3,3654
9	1,64	-81,9434	-2,8517	-87,6987	-4,0673
10	1,84	-100,5359	-3,7621	-93,5005	-4,8244
11	2,05	-120,2002	-4,8335	-98,1556	-5,6369

Inviluppo combinazioni SLE

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 149 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	0,1819	0,3010	1,7143	2,7489
3	0,41	0,6779	1,0501	3,0636	4,3724
4	0,61	1,4131	2,0168	4,0480	4,8705
5	0,82	2,3127	2,9702	4,2433	4,6676
6	1,02	3,3019	3,6796	2,4907	4,9222
7	1,23	3,9144	4,3058	-0,3873	4,8119
8	1,43	3,4439	5,2498	-4,3907	4,3367
9	1,64	2,0373	6,0590	-9,5194	3,4966
10	1,84	-0,5360	6,6585	-15,7736	2,2916
11	2,05	-4,5067	6,9736	-23,1531	0,7216

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 150 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 151 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

ALLEGATO

TABULATI DI CALCOLO MURO SOSTEGNO TIPO 2A

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 152 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno

- Verifica a ribaltamento

- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa

- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)

- Verifica della stabilità globale

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 153 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg\left[\left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) * \left(k_h / (1 \pm k_v)\right)\right]$$

Terreno a permeabilità elevata

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 154 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguito il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 155 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

- Q_T portanza totale del palo
- Q_P portanza di base del palo
- Q_L portanza per attrito laterale del palo
- W_P peso proprio del palo

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_P / \eta_p + Q_L / \eta_l - W_P$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_L / \eta_l + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_p (cN'_c + qN'_q + 1/2B\gamma N'_\gamma)$$

dove A_p è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso specifico del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c , N'_q , N'_γ sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 156 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_n \tan \delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso specifico del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.

Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidità assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{\max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che può essere risolto solo mediante una analisi al passo.

Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico. In particolare risulta automatico analizzare casi in cui si ha insufficiente portanza non per rottura del palo ma per rottura del terreno (vedi il caso di un palo molto rigido in un terreno molle).

Determinazione degli scarichi sul palo.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidità.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati (la scelta del vincolo viene fatta dall'Utente nella tabella CARATTERISTICHE del sottomenu PALI) a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidità del palo K_e , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.

Nota la matrice di rigidità di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3×3) della palificata, K .

A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N , T , M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con p il vettore dei carichi e con u il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da K_h) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 157 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 2

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_γ	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniaxiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniaxiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica

	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 158 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Totale compressione	γ_t	1,00	1,60	1,30
Laterale trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	γ_T	1,00	1,60	1,30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate	1	$\xi_3=1,70$	$\xi_4=1,70$
------------------------------	---	--------------	--------------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 159 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Altezza del paramento	3,60 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,86 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,71 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	7,20 [m]

Muro a mensola in c.a.

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1,44 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,30 [m]
Lunghezza totale fondazione	4,60 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,00 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 160 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.	
Numero di file di pali	2
Vincolo pali/fondazione	Incastro
Tipo di portanza	Portanza laterale e portanza di punta

Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr.	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [m]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	1,00	3	0,8000	14,00	0,00	Centrati
2	3,60	3	0,8000	14,00	0,00	Centrati

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 161 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico 24,517 [kN/mc]

Classe di Resistenza C25/30

Resistenza caratteristica a compressione R_{ck} 30000 [kPa]

Modulo elastico E 31447048 [kPa]

Acciaio

Tipo B450C

Tensione di snervamento σ_{fa} 449936 [kPa]

Calcestruzzo utilizzato per i pali

Classe di Resistenza C32/40

Resistenza caratteristica a compressione R_{ck} 40000 [kPa]

Modulo elastico E 33642648 [kPa]

Acciaio utilizzato per i pali

Tipo B450C

Tensione ammissibile σ_{fa} 449936 [kPa]

Tensione di snervamento σ_{fa} 449936 [kPa]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	15,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0,00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0,00 [m]

Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0,00 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

c Coesione espressa in [kPa]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 162 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	35.00	23.33	0,0	0,0
Ala	19,00	20,00	25.00	16.67	2,0	0,0
Salt	20,00	20,00	27.00	18.00	20,0	0,0
Ap/Pa	23,00	23,00	31.00	20.67	120,0	0,0

Parametri medi

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	35.00	23.33	0,0	0,0
Ala	19,00	20,00	25.00	16.67	2,0	0,0
Salt	20,00	20,00	27.00	18.00	20,0	0,0
Ap/Pa	23,00	23,00	31.00	20.67	120,0	0,0

Parametri minimi

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	30.00	20.00	0,0	0,0
Ala	19,00	20,00	25.00	16.67	2,0	0,0
Salt	20,00	20,00	27.00	18.00	20,0	0,0
Ap/Pa	23,00	23,00	31.00	20.67	120,0	0,0

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
K_w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K_s	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

Nr.	H	Terreno
1	4,50	Rilevato
2	1,00	Ala
3	4,00	Salt
4	15,00	Ap/Pa

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 163 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
D/C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (SOVRACCARICO STRADALE)

D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=7,80$	$Q_i=60,0000$	$Q_f=20,0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

Condizione n° 2 (Urto Veicolo)

C	Paramento	$X=-0,25$	$Y=0,00$	$F_x=20,0000$	$F_y=0,0000$
		$M=30,0000$			

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 164 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Urto Veicolo	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,00	0,75	0,75

Combinazione n° 8 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,00	1,00	1,00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 165 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Impostazioni analisi pali

<u>Numero elementi palo</u>	40
<u>Tipo carico palo</u>	Distribuito
<u>Calcolo della portanza</u>	metodo di Vesic
<u>Costante di Winkler</u>	da Strato

Criterio di rottura del sistema terreno-palo

Spostamento limite pari a 0,0150 m

Pressione limite passiva con moltiplicatore pari a 1,00

Andamento pressione verticale

Geostatica

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 166 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLIM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
2	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
3	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--
4	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
5	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
6	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
7	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
8	SLER - [1]	--	--	--	--	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 167 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta a riposo

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g

2.06 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.19

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 24.51$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 12.25$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)

0,0

Lunghezza del muro

7,20 [m]

Peso muro

172,7959 [kN]

Baricentro del muro

X=-0,12 Y=-3,36

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 2,30 Y = -4,60

Punto superiore superficie di spinta

X = 2,30 Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta

4,60 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica

107,3591 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

98,6995 [kN]

Componente verticale della spinta statica

42,2420 [kN]

Punto d'applicazione della spinta

X = 2,30 [m] Y = -2,82 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie

23,17 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche

53,01 [°]

Punto d'applicazione della spinta della falda

X = 2,30 [m] Y = -4,60 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte

165,6000 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte

X = 1,15 [m] Y = -1,80 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale

98,6995 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale

380,6380 [kN]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 168 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	380,6380	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	98,6995	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,24	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]
Risultante in fondazione	393,2262	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,54	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-91,0239	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 169 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,18	2,2461	0,1188	1,4645
3	0,36	4,5714	0,4981	3,1236
4	0,54	6,9759	1,1719	4,9727
5	0,72	9,4595	2,1734	7,0110
6	0,90	12,0223	3,5360	9,2383
7	1,08	14,6643	5,2931	11,6546
8	1,26	17,3854	7,4779	14,2600
9	1,44	20,1858	10,1237	17,0544
10	1,62	23,0652	13,2639	20,0379
11	1,80	26,0239	16,9317	23,2105
12	1,98	29,0617	21,1605	26,5721
13	2,16	32,1788	25,9836	30,1227
14	2,34	35,3749	31,4343	33,8624
15	2,52	38,6503	37,5460	37,7912
16	2,70	42,0048	44,3518	41,9090
17	2,88	45,4385	51,8852	46,2159
18	3,06	48,9514	60,1794	50,7118
19	3,24	52,5434	69,2678	55,3967
20	3,42	56,2146	79,1837	60,2707
21	3,60	59,9650	89,9588	65,3036

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 170 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 1

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,0475	0,0901	-3,2086	2,1133
2	0,15	-1,3553	1,8698	-13,9782	6,0823
3	0,30	-2,2457	1,0828	-31,1656	12,6588
4	0,45	-4,0445	2,5956	-56,3709	21,2488
5	0,60	-13,6508	5,4198	-74,1108	30,6902
6	0,73	-19,4987	9,1586	-1,1231	48,2639
7	0,87	-15,8794	13,9673	0,0000	84,6018
8	1,00	-3,9064	19,6721	0,0000	156,0199
9	1,13	0,0000	27,5704	0,0000	233,6537
10	1,27	0,0000	53,2965	-12,8047	331,3410
11	1,40	0,0000	112,8138	-56,8247	470,4488
12	1,44	0,0000	135,9914	-57,6334	469,4857
13	2,30	-151,9692	0,0000	-204,1776	0,0000
14	2,45	-114,6040	0,0000	-188,6492	0,0000
15	2,60	-92,7158	0,0000	-126,2586	0,0000
16	2,75	-77,0737	0,0000	-92,0956	0,0000
17	2,90	-65,2423	0,0000	-73,7678	0,0000
18	3,05	-57,9347	0,0000	-64,5027	25,5442
19	3,20	-58,2011	0,0000	-57,2483	57,1685
20	3,33	-60,5585	0,0000	-53,1224	11,8247
21	3,47	-58,8067	0,0000	-50,1976	0,0000
22	3,60	-54,3652	0,0000	-48,3481	0,0000
23	3,73	-47,6064	0,0000	-72,0544	0,0000
24	3,87	-38,2098	0,0000	-99,6036	0,0000
25	4,00	-24,8348	0,0000	-131,7136	0,0000
26	4,15	-13,3562	0,0000	-92,4722	0,0000
27	4,30	-7,6234	0,0000	-56,5019	0,0000
28	4,45	-3,1130	1,4591	-26,9975	0,0000
29	4,60	0,0000	0,2477	-7,8837	0,3068

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,0717	0,9950	-4,3836	81,6965
2	0,27	-1,9790	4,6715	-30,4876	80,5501
3	0,53	-7,5100	6,0580	-71,0317	142,9305
4	0,80	-19,5690	4,6321	-123,0786	142,1400
5	1,20	-32,3655	0,6755	-88,7690	86,0824
6	1,60	-14,9339	4,6819	-128,5707	136,4094
7	1,92	-1,0581	10,5805	-129,3935	75,7020
8	2,24	0,0000	17,5105	-47,0936	31,3749
9	2,56	0,0000	17,8983	-28,2471	45,6524
10	2,88	-1,0568	11,6817	-72,5148	127,6400
11	3,20	-12,6595	4,6632	-140,8102	126,8148
12	3,60	-28,4976	0,6392	-86,9062	86,9062
13	4,00	-12,6595	4,6632	-126,8148	140,8102
14	4,32	-1,0568	11,6817	-127,6400	72,5148
15	4,64	0,0000	17,8983	-45,6524	28,2471

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	171 di 326

16	4,96	0,0000	17,5105	-31,3749	47,0936
17	5,28	-1,0581	10,5805	-75,7020	129,3935
18	5,60	-14,9339	4,6819	-136,4094	128,5707
19	6,00	-32,3655	0,6755	-86,0824	88,7690
20	6,40	-19,5690	4,6321	-142,1400	123,0786
21	6,67	-7,5100	6,0580	-142,9305	71,0317
22	6,93	-1,9790	4,6715	-80,5501	30,4876
23	7,20	-0,0717	0,9950	-81,6965	4,3836

COMBINAZIONE n° 2

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	177,7922	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	163,4176	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70,0340	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -2,58	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,20	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,19	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -4,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	352,2538	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -1,80	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	163,4176	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	595,0838	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	595,0838	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	163,4176	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,36	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]
Risultante in fondazione	617,1142	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,36	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-214,4625	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 172 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,18	2,2461	0,4432	5,0659
3	0,36	4,5714	1,7935	10,3074
4	0,54	6,9759	4,0805	15,7083
5	0,72	9,4595	7,3316	21,2650
6	0,90	12,0223	11,5741	26,9774
7	1,08	14,6643	16,8354	32,8457
8	1,26	17,3854	23,1428	38,8699
9	1,44	20,1858	30,5236	45,0501
10	1,62	23,0652	39,0053	51,3865
11	1,80	26,0239	48,6151	57,8790
12	1,98	29,0617	59,3806	64,5278
13	2,16	32,1788	71,3291	71,3328
14	2,34	35,3749	84,4881	78,2943
15	2,52	38,6503	98,8850	85,4121
16	2,70	42,0048	114,5471	92,6864
17	2,88	45,4385	131,5021	100,1172
18	3,06	48,9514	149,7773	107,7046
19	3,24	52,5434	169,4002	115,4485
20	3,42	56,2146	190,3982	123,3492
21	3,60	59,9650	212,7978	131,3814

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 173 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 2

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,0928	0,1115	-4,1732	3,6440
2	0,15	-1,8917	2,8706	-18,6362	10,9046
3	0,30	-2,8140	2,1249	-42,3590	22,2414
4	0,45	-4,8180	5,0202	-77,8603	36,6798
5	0,60	-18,0891	10,1183	-99,3984	52,6421
6	0,73	-25,6883	16,6790	0,0000	80,2967
7	0,87	-19,0914	25,0253	0,0000	135,4064
8	1,00	0,0000	34,9029	0,0000	242,7664
9	1,13	0,0000	48,2400	0,0000	358,7261
10	1,27	0,0000	88,1328	-4,3553	504,5743
11	1,40	0,0000	178,1972	-67,9611	711,8468
12	1,44	0,0000	213,1214	-68,7366	710,8834
13	2,30	-248,4082	0,0000	-344,5149	0,0000
14	2,45	-185,4837	0,0000	-317,2716	0,0000
15	2,60	-148,8253	0,0000	-210,6898	0,0000
16	2,75	-122,8601	0,0000	-152,0740	0,0000
17	2,90	-103,4405	0,0000	-120,4901	0,3200
18	3,05	-91,7451	0,0000	-104,2015	47,5944
19	3,20	-92,9183	0,0000	-91,5737	102,3934
20	3,33	-97,5771	0,0000	-84,5013	24,1692
21	3,47	-95,3148	0,0000	-79,4577	0,0000
22	3,60	-88,5141	0,0000	-76,3751	0,0000
23	3,73	-77,7852	0,0000	-115,9212	0,0000
24	3,87	-62,5717	0,0000	-163,1063	0,0000
25	4,00	-40,5764	0,0000	-218,0804	0,0000
26	4,15	-21,7564	0,0000	-152,6927	0,0000
27	4,30	-12,5158	0,0000	-92,9098	0,0000
28	4,45	-5,1782	2,5359	-44,3034	0,0000
29	4,60	0,0000	0,4029	-13,1341	0,5028

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,1747	1,6315	-7,4908	121,2641
2	0,27	-3,3609	6,9087	-51,0599	119,8961
3	0,53	-12,6803	8,9472	-119,2961	211,2001
4	0,80	-33,0467	6,8845	-185,6137	210,4554
5	1,20	-54,6406	1,0032	-131,3131	127,3533
6	1,60	-25,2165	6,9438	-190,3067	210,6442
7	1,92	-1,5679	17,8568	-191,0743	127,2754
8	2,24	0,0000	29,5551	-67,9662	52,5090
9	2,56	0,0000	30,2106	-47,2511	65,6918
10	2,88	-1,5659	19,7180	-121,1275	188,4649
11	3,20	-21,3727	6,9157	-212,2362	187,6959
12	3,60	-48,1018	0,9490	-128,5370	128,5370
13	4,00	-21,3727	6,9157	-187,6959	212,2362
14	4,32	-1,5659	19,7180	-188,4649	121,1275
15	4,64	0,0000	30,2106	-65,6918	47,2511

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	174 di 326

16	4,96	0,0000	29,5551	-52,5090	67,9662
17	5,28	-1,5679	17,8568	-127,2754	191,0743
18	5,60	-25,2165	6,9438	-210,6442	190,3067
19	6,00	-54,6406	1,0032	-127,3533	131,3131
20	6,40	-33,0467	6,8845	-210,4554	185,6137
21	6,67	-12,6803	8,9472	-211,2001	119,2961
22	6,93	-3,3609	6,9087	-119,8961	51,0599
23	7,20	-0,1747	1,6315	-121,2641	7,4908

COMBINAZIONE n° 3

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	107,3591	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	98,6995	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	42,2420	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -2,82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,17	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,01	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -4,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	165,6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -1,80	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	30,00	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	128,6995	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	380,6380	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	380,6380	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	128,6995	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,24	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]
Risultante in fondazione	401,8069	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,68	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	91,9761	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 175 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	45,0000	30,0000
2	0,18	2,2461	50,5188	31,4645
3	0,36	4,5714	56,2981	33,1236
4	0,54	6,9759	62,3719	34,9727
5	0,72	9,4595	68,7734	37,0110
6	0,90	12,0223	75,5360	39,2383
7	1,08	14,6643	82,6931	41,6546
8	1,26	17,3854	90,2779	44,2600
9	1,44	20,1858	98,3237	47,0544
10	1,62	23,0652	106,8639	50,0379
11	1,80	26,0239	115,9317	53,2105
12	1,98	29,0617	125,5605	56,5721
13	2,16	32,1788	135,7836	60,1227
14	2,34	35,3749	146,6343	63,8624
15	2,52	38,6503	158,1460	67,7912
16	2,70	42,0048	170,3518	71,9090
17	2,88	45,4385	183,2852	76,2159
18	3,06	48,9514	196,9794	80,7118
19	3,24	52,5434	211,4678	85,3967
20	3,42	56,2146	226,7837	90,2707
21	3,60	59,9650	242,9588	95,3036

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 176 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 3

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,0834	0,1070	-3,9758	3,3491
2	0,15	-1,7802	2,6625	-17,6702	9,9068
3	0,30	-2,6958	1,9082	-40,0331	20,2488
4	0,45	-4,6572	4,5160	-73,3931	33,4717
5	0,60	-17,1662	9,1414	-94,1809	48,0816
6	0,73	-24,4013	15,1153	0,0000	73,6396
7	0,87	-18,4235	22,7261	0,0000	124,8446
8	1,00	-0,7665	31,7360	0,0000	224,7329
9	1,13	0,0000	43,9422	0,0000	332,7210
10	1,27	0,0000	80,8894	-6,1123	468,5544
11	1,40	0,0000	164,6023	-65,6461	661,6538
12	1,44	0,0000	197,0840	-66,4274	660,6905
13	2,30	-237,9133	0,0000	-238,7695	0,0000
14	2,45	-200,5137	0,0000	-221,8537	0,0000
15	2,60	-170,8211	0,0000	-185,0201	0,0000
16	2,75	-145,2433	0,0000	-160,3949	0,0000
17	2,90	-122,7791	0,0000	-143,2529	0,0000
18	3,05	-103,6933	0,0000	-129,3991	0,0000
19	3,20	-89,5174	0,0000	-116,4374	0,0000
20	3,33	-79,1082	0,0000	-105,9646	0,0000
21	3,47	-67,9862	0,0000	-96,0297	0,0000
22	3,60	-56,7935	0,0000	-89,3632	0,0000
23	3,73	-45,6987	0,0000	-91,5473	0,0000
24	3,87	-34,5563	0,0000	-94,3152	0,0000
25	4,00	-22,7589	0,0000	-99,4310	0,0000
26	4,15	-12,4491	0,0000	-71,1241	0,0000
27	4,30	-6,2271	0,0000	-45,1416	0,0000
28	4,45	-2,0087	0,0618	-22,1037	0,0000
29	4,60	0,0000	0,2335	-4,4529	0,1374

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,1533	0,8401	-2,0799	113,0407
2	0,27	-0,6499	6,4056	-32,7161	111,7112
3	0,53	-5,0181	8,3465	-98,4293	197,0036
4	0,80	-18,1495	6,4162	-133,3238	196,2523
5	1,20	-32,8391	0,9351	-122,4672	118,7721
6	1,60	-14,8451	6,4735	-177,4720	152,1845
7	1,92	-1,4619	14,3788	-178,2474	101,8755
8	2,24	0,0000	18,4518	-63,5306	35,0125
9	2,56	0,0000	18,4991	-33,8911	61,4166
10	2,88	-1,4600	14,3967	-100,6485	175,8159
11	3,20	-14,5824	6,4473	-142,5444	175,0390
12	3,60	-31,7058	0,8846	-119,8810	119,8810
13	4,00	-14,5824	6,4473	-175,0390	142,5444
14	4,32	-1,4600	14,3967	-175,8159	100,6485
15	4,64	0,0000	18,4991	-61,4166	33,8911

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	177 di 326

16	4,96	0,0000	18,4518	-35,0125	63,5306
17	5,28	-1,4619	14,3788	-101,8755	178,2474
18	5,60	-14,8451	6,4735	-152,1845	177,4720
19	6,00	-32,8391	0,9351	-118,7721	122,4672
20	6,40	-18,1495	6,4162	-196,2523	133,3238
21	6,67	-5,0181	8,3465	-197,0036	98,4293
22	6,93	-0,6499	6,4056	-111,7112	32,7161
23	7,20	-0,1533	0,8401	-113,0407	2,0799

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	82,5190	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	75,8619	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	32,4710	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -2,82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,17	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,01	[°]		
Incremento sismico della spinta	54,1329	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,30	[m]	Y = -2,30	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	37,01	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -4,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	165,6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -1,80	[m]
Inerzia del muro	42,4104	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-21,2052	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	40,6443	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-20,3221	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	208,6823	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	350,6407	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	350,6407	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	208,6823	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,41	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]
Risultante in fondazione	408,0408	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	30,76	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	143,6734	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 178 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,18	2,2461	0,2879	3,3386
3	0,36	4,5714	1,1713	6,8463
4	0,54	6,9759	2,6796	10,5197
5	0,72	9,4595	4,8420	14,3580
6	0,90	12,0223	7,6873	18,3611
7	1,08	14,6643	11,2445	22,5291
8	1,26	17,3854	15,5425	26,8619
9	1,44	20,1858	20,6103	31,3595
10	1,62	23,0652	26,4769	36,0221
11	1,80	26,0239	33,1712	40,8495
12	1,98	29,0617	40,7221	45,8417
13	2,16	32,1788	49,1587	50,9988
14	2,34	35,3749	58,5099	56,3208
15	2,52	38,6503	68,8046	61,8076
16	2,70	42,0048	80,0718	67,4593
17	2,88	45,4385	92,3404	73,2758
18	3,06	48,9514	105,6395	79,2572
19	3,24	52,5434	119,9980	85,4034
20	3,42	56,2146	135,4447	91,7145
21	3,60	59,9650	152,0076	98,1672

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 179 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 4

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,1076	0,1185	-4,4820	4,0993
2	0,15	-2,0674	3,1985	-20,1563	12,4743
3	0,30	-3,0001	2,4663	-46,0224	25,3802
4	0,45	-5,0714	5,8144	-84,8975	41,7338
5	0,60	-19,5430	11,6575	-107,5885	59,8248
6	0,73	-27,7160	19,1425	0,0000	90,7828
7	0,87	-20,1436	28,6477	0,0000	152,0452
8	1,00	0,0000	39,8923	0,0000	271,1759
9	1,13	0,0000	55,0110	0,0000	399,6960
10	1,27	0,0000	99,5446	-1,5869	561,3229
11	1,40	0,0000	199,6157	-71,6078	790,9246
12	1,44	0,0000	238,3879	-72,3751	789,9611
13	2,30	-279,6580	0,0000	-246,6268	0,0000
14	2,45	-243,7319	0,0000	-232,2249	0,0000
15	2,60	-210,7118	0,0000	-215,4115	0,0000
16	2,75	-180,0801	0,0000	-199,9015	0,0000
17	2,90	-151,6827	0,0000	-185,6177	0,0000
18	3,05	-125,3797	0,0000	-172,5665	0,0000
19	3,20	-101,9553	0,0000	-160,5292	0,0000
20	3,33	-83,1884	0,0000	-142,3650	0,0000
21	3,47	-66,3062	0,0000	-124,8589	0,0000
22	3,60	-51,3486	0,0000	-107,5541	0,0000
23	3,73	-38,3342	0,0000	-91,4771	0,0000
24	3,87	-27,2559	0,0000	-77,0331	0,0000
25	4,00	-18,0910	0,0000	-62,7326	0,0000
26	4,15	-10,0131	0,0000	-46,8365	0,0000
27	4,30	-4,5044	0,0000	-30,9773	0,0000
28	4,45	-1,1751	0,0000	-15,4664	0,0000
29	4,60	0,0000	0,1868	-1,2846	0,3601

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,2084	0,6794	-9,9671	134,2169
2	0,27	-0,5084	7,5780	-38,9451	132,7940
3	0,53	-5,9537	9,8937	-116,9268	233,5673
4	0,80	-21,5401	7,6224	-162,2443	232,8311
5	1,20	-38,9430	4,1888	-145,2496	140,8727
6	1,60	-17,6114	7,6847	-210,5264	184,8315
7	1,92	-1,7349	17,0504	-211,2838	121,0893
8	2,24	-2,0093	21,8790	-74,9849	41,8408
9	2,56	-2,0841	21,9353	-40,5061	72,4605
10	2,88	-1,7326	17,0717	-119,6352	208,3941
11	3,20	-17,2989	7,6536	-172,9648	207,6355
12	3,60	-37,5949	3,4074	-142,1742	142,1742
13	4,00	-17,2989	7,6536	-207,6355	172,9648
14	4,32	-1,7326	17,0717	-208,3941	119,6352
15	4,64	-2,0841	21,9353	-72,4605	40,5061

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 180 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

16	4,96	-2,0093	21,8790	-41,8408	74,9849			
17	5,28	-1,7349	17,0504	-121,0893	211,2838			
18	5,60	-17,6114	7,6847	-184,8315	210,5264			
19	6,00	-38,9430	4,1888	-140,8727	145,2496			
20	6,40	-21,5401	7,6224	-232,8311	162,2443			
21	6,67	-5,9537	9,8937	-233,5673	116,9268			
22	6,93	-0,5084	7,5780	-132,7940	38,9451			
23	7,20	-0,2084	0,6794	-134,2169	9,9671			

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	82,5190	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	75,8619	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	32,4710	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -2,82	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,17	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,01	[°]			
Incremento sismico della spinta	69,1671	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,30	[m]	Y = -2,30	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41,07	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -4,60	[m]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	165,6000	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -1,80	[m]	
Inerzia del muro	42,4104	[kN]			
Inerzia verticale del muro	21,2052	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	40,6443	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	20,3221	[kN]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	222,5036	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	439,6113	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	439,6113	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	222,5036	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,27	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]			
Risultante in fondazione	492,7129	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,85	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	120,2254	[kNm]			



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 181 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,18	2,2461	0,3288	3,7939
3	0,36	4,5714	1,3352	7,7570
4	0,54	6,9759	3,0485	11,8857
5	0,72	9,4595	5,4977	16,1793
6	0,90	12,0223	8,7118	20,6377
7	1,08	14,6643	12,7197	25,2610
8	1,26	17,3854	17,5505	30,0491
9	1,44	20,1858	23,2330	35,0021
10	1,62	23,0652	29,7962	40,1200
11	1,80	26,0239	37,2690	45,4027
12	1,98	29,0617	45,6806	50,8502
13	2,16	32,1788	55,0596	56,4626
14	2,34	35,3749	65,4353	62,2399
15	2,52	38,6503	76,8364	68,1821
16	2,70	42,0048	89,2920	74,2890
17	2,88	45,4385	102,8310	80,5609
18	3,06	48,9514	117,4824	86,9976
19	3,24	52,5434	133,2751	93,5992
20	3,42	56,2146	150,2380	100,3656
21	3,60	59,9650	168,3991	107,2736

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 182 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 5

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,1269	0,1275	-4,8786	4,6785
2	0,15	-2,2949	3,6230	-22,1216	14,5038
3	0,30	-3,2411	2,9082	-50,7634	29,4432
4	0,45	-5,3995	6,8426	-94,0067	48,2766
5	0,60	-21,4252	13,6501	-118,1476	69,1207
6	0,73	-30,3409	22,3318	0,0000	104,3556
7	0,87	-21,5058	33,3373	0,0000	173,5843
8	1,00	0,0000	46,3515	0,0000	307,9522
9	1,13	0,0000	63,7767	0,0000	452,7350
10	1,27	0,0000	114,3182	0,0000	634,7897
11	1,40	0,0000	227,3441	-76,3282	893,2989
12	1,44	0,0000	271,0979	-77,0862	892,3353
13	2,30	-225,9443	0,0000	-207,7743	0,0000
14	2,45	-195,3713	0,0000	-193,4935	0,0000
15	2,60	-168,2447	0,0000	-172,7875	0,0000
16	2,75	-143,6982	0,0000	-156,1610	0,0000
17	2,90	-121,4402	0,0000	-142,5459	0,0000
18	3,05	-101,5225	0,0000	-129,5361	0,0000
19	3,20	-84,6392	0,0000	-116,8489	0,0000
20	3,33	-71,4487	0,0000	-105,9589	0,0000
21	3,47	-58,9221	0,0000	-95,2659	0,0000
22	3,60	-47,2989	0,0000	-86,1412	0,0000
23	3,73	-36,6418	0,0000	-79,9644	0,0000
24	3,87	-26,8963	0,0000	-73,9837	0,0000
25	4,00	-17,8352	0,0000	-68,8590	0,0000
26	4,15	-9,8397	0,0000	-50,2102	0,0000
27	4,30	-4,5760	0,0000	-32,6273	0,0000
28	4,45	-1,2361	0,0000	-16,1440	0,0000
29	4,60	0,0000	0,1856	-1,9963	0,0000

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,2521	0,7471	-1,1890	150,9810
2	0,27	-0,5686	8,5064	-43,8702	149,4964
3	0,53	-6,6946	11,1189	-131,5683	262,5251
4	0,80	-24,2253	8,5776	-185,3534	261,7975
5	1,20	-43,7768	1,2495	-163,2916	158,3748
6	1,60	-19,8021	8,6439	-236,7014	210,8860
7	1,92	-1,9511	19,1661	-237,4485	136,2963
8	2,24	0,0000	24,5930	-84,1040	47,2338
9	2,56	0,0000	24,6564	-45,7298	81,2584
10	2,88	-1,9485	19,1902	-134,6620	234,1959
11	3,20	-19,4501	8,6088	-197,2322	233,4478
12	3,60	-42,2588	1,1818	-159,8289	159,8289
13	4,00	-19,4501	8,6088	-233,4478	197,2322
14	4,32	-1,9485	19,1902	-234,1959	134,6620
15	4,64	0,0000	24,6564	-81,2584	45,7298

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400	REL	01	A	183 di 326

16	4,96	0,0000	24,5930	-47,2338	84,1040
17	5,28	-1,9511	19,1661	-136,2963	237,4485
18	5,60	-19,8021	8,6439	-210,8860	236,7014
19	6,00	-43,7768	1,2495	-158,3748	163,2916
20	6,40	-24,2253	8,5776	-261,7975	185,3534
21	6,67	-6,6946	11,1189	-262,5251	131,5683
22	6,93	-0,5686	8,5064	-149,4964	43,8702
23	7,20	-0,2521	0,7471	-150,9810	1,1890

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	82,5190	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	75,8619	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	32,4710	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -2,82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,17	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,01	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -4,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	165,6000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -1,80	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	75,8619	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	370,8669	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	370,8669	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	75,8619	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]
Risultante in fondazione	378,5463	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,56	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-109,0998	[kNm]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 184 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,18	2,2461	0,0891	1,1265
3	0,36	4,5714	0,3737	2,4027
4	0,54	6,9759	0,8800	3,8252
5	0,72	9,4595	1,6333	5,3931
6	0,90	12,0223	2,6591	7,1064
7	1,08	14,6643	3,9829	8,9651
8	1,26	17,3854	5,6301	10,9692
9	1,44	20,1858	7,6262	13,1188
10	1,62	23,0652	9,9967	15,4138
11	1,80	26,0239	12,7669	17,8542
12	1,98	29,0617	15,9624	20,4401
13	2,16	32,1788	19,6087	23,1713
14	2,34	35,3749	23,7311	26,0480
15	2,52	38,6503	28,3552	29,0701
16	2,70	42,0048	33,5064	32,2377
17	2,88	45,4385	39,2101	35,5507
18	3,06	48,9514	45,4919	39,0090
19	3,24	52,5434	52,3772	42,6129
20	3,42	56,2146	59,8913	46,3621
21	3,60	59,9650	68,0588	50,2335

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 185 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 6

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,0362	0,0848	-2,9594	1,5980
2	0,15	-1,2217	1,6204	-12,8108	4,8584
3	0,30	-2,1041	0,8232	-28,3727	10,2717
4	0,45	-3,8517	1,9916	-51,0137	17,4025
5	0,60	-12,5450	4,2492	-67,7053	25,2072
6	0,73	-17,9564	7,2848	-2,3509	40,2717
7	0,87	-15,0791	11,2121	0,0000	71,9375
8	1,00	-4,8941	15,8772	0,0000	134,3957
9	1,13	0,0000	22,4204	0,0000	202,4883
10	1,27	0,0000	44,6167	-14,9095	288,1787
11	1,40	0,0000	96,5229	-54,0486	410,3020
12	1,44	0,0000	116,7737	-54,8683	409,3392
13	2,30	-78,2742	0,0000	-148,3142	1,7252
14	2,45	-47,7604	0,0000	-136,4652	7,3343
15	2,60	-34,0433	0,0000	-71,9192	13,9300
16	2,75	-26,5686	0,0000	-38,8685	28,1697
17	2,90	-22,5800	0,0000	-23,0454	49,7687
18	3,05	-22,8996	0,0000	-17,7905	80,4619
19	3,20	-30,8313	0,0000	-14,8610	115,6378
20	3,33	-39,5764	0,0000	-14,8540	70,9168
21	3,47	-43,1498	0,0000	-16,2504	24,2772
22	3,60	-43,1264	0,0000	-18,7917	1,3539
23	3,73	-39,9195	0,0000	-41,9353	0,0000
24	3,87	-33,1738	0,0000	-82,2183	0,0000
25	4,00	-21,4021	0,0000	-124,3080	0,0000
26	4,15	-11,3982	0,0000	-86,8961	0,0000
27	4,30	-6,9751	0,0000	-52,1482	0,0000
28	4,45	-3,1336	1,9386	-24,5496	0,0000
29	4,60	0,0000	0,2100	-7,9597	0,2390

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,0461	0,8958	-5,4318	71,8288
2	0,27	-2,3270	4,4009	-31,2524	70,7557
3	0,53	-8,4140	5,3381	-77,3875	125,9252
4	0,80	-21,9825	4,0709	-120,4837	125,1138
5	1,20	-36,1050	0,5939	-78,1684	75,7990
6	1,60	-16,7272	4,1184	-113,1827	137,7767
7	1,92	-0,9311	11,7588	-114,0310	82,4068
8	2,24	0,0000	19,4527	-42,6564	31,7805
9	2,56	0,0000	19,8931	-28,3126	41,6080
10	2,88	-0,9299	13,0096	-78,2647	112,4908
11	3,20	-14,1438	4,1020	-134,6952	111,6397
12	3,60	-31,7017	0,5620	-76,5331	76,5331
13	4,00	-14,1438	4,1020	-111,6397	134,6952
14	4,32	-0,9299	13,0096	-112,4908	78,2647
15	4,64	0,0000	19,8931	-41,6080	28,3126

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	186 di 326

16	4,96	0,0000	19,4527	-31,7805	42,6564
17	5,28	-0,9311	11,7588	-82,4068	114,0310
18	5,60	-16,7272	4,1184	-137,7767	113,1827
19	6,00	-36,1050	0,5939	-75,7990	78,1684
20	6,40	-21,9825	4,0709	-125,1138	120,4837
21	6,67	-8,4140	5,3381	-125,9252	77,3875
22	6,93	-2,3270	4,4009	-70,7557	31,2524
23	7,20	-0,0461	0,8958	-71,8288	5,4318

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	117,7022	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	108,1902	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46,3539	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -2,63	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,19	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,88	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -4,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	258,9269	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -1,80	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	108,1902	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	478,0767	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	478,0767	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	108,1902	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,36	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]
Risultante in fondazione	490,1658	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,75	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-170,8249	[kNm]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 187 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,18	2,2461	0,2513	2,9273
3	0,36	4,5714	1,0214	5,9946
4	0,54	6,9759	2,3343	9,1929
5	0,72	9,4595	4,2124	12,5200
6	0,90	12,0223	6,6781	15,9757
7	1,08	14,6643	9,7540	19,5603
8	1,26	17,3854	13,4624	23,2737
9	1,44	20,1858	17,8259	27,1159
10	1,62	23,0652	22,8669	31,0870
11	1,80	26,0239	28,6080	35,1870
12	1,98	29,0617	35,0715	39,4159
13	2,16	32,1788	42,2801	43,7738
14	2,34	35,3749	50,2561	48,2606
15	2,52	38,6503	59,0221	52,8764
16	2,70	42,0048	68,6006	57,6212
17	2,88	45,4385	79,0141	62,4951
18	3,06	48,9514	90,2852	67,4979
19	3,24	52,5434	102,4362	72,6298
20	3,42	56,2146	115,4897	77,8908
21	3,60	59,9650	129,4673	83,2602

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 188 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 7

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,0588	0,0954	-3,4547	2,5379
2	0,15	-1,4897	2,1206	-15,1487	7,2987
3	0,30	-2,3881	1,3439	-33,9724	15,0581
4	0,45	-4,2383	3,2031	-61,7569	25,1160
5	0,60	-14,7629	6,5971	-80,5007	36,1964
6	0,73	-21,0496	11,0430	0,0000	56,2951
7	0,87	-16,6842	16,7381	0,0000	97,3344
8	1,00	-2,9132	23,4884	0,0000	177,7604
9	1,13	0,0000	32,7495	0,0000	264,9937
10	1,27	0,0000	62,0253	-10,6878	374,7472
11	1,40	0,0000	129,1967	-59,6158	530,9350
12	1,44	0,0000	155,3176	-60,4148	529,9718
13	2,30	-126,4772	0,0000	-218,4702	0,0000
14	2,45	-83,1837	0,0000	-200,7761	0,0000
15	2,60	-62,0831	0,0000	-114,1065	0,0000
16	2,75	-49,4487	0,0000	-68,8231	19,4576
17	2,90	-41,6680	0,0000	-46,4412	49,4052
18	3,05	-39,7961	0,0000	-37,7441	91,3528
19	3,20	-48,1839	0,0000	-32,1568	138,5056
20	3,33	-58,0822	0,0000	-30,6760	80,2476
21	3,47	-61,4021	0,0000	-30,9754	16,2187
22	3,60	-60,2004	0,0000	-32,8891	0,0000
23	3,73	-55,0093	0,0000	-64,6594	0,0000
24	3,87	-45,3555	0,0000	-114,1036	0,0000
25	4,00	-29,2732	0,0000	-167,5224	0,0000
26	4,15	-15,5985	0,0000	-117,0139	0,0000
27	4,30	-9,4216	0,0000	-70,3579	0,0000
28	4,45	-4,1664	2,4773	-33,2071	0,0000
29	4,60	0,0000	0,2876	-10,5921	0,3420

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,0975	1,2141	-6,9775	91,6156
2	0,27	-3,0182	5,8068	-41,7843	90,4041
3	0,53	-10,9999	6,7819	-101,6051	160,0344
4	0,80	-28,7235	5,1965	-185,0020	159,2596
5	1,20	-47,2460	0,7576	-99,4293	96,4237
6	1,60	-21,8701	5,2487	-144,0423	205,0053
7	1,92	-1,1858	15,3980	-144,8460	108,2589
8	2,24	0,0000	25,4768	-52,1428	42,6963
9	2,56	0,0000	26,0511	-38,1702	50,4647
10	2,88	-1,1843	17,0290	-102,8697	142,8779
11	3,20	-18,5017	5,2276	-205,9576	142,0723
12	3,60	-41,5068	0,7168	-97,3377	97,3377
13	4,00	-18,5017	5,2276	-142,0723	205,9576
14	4,32	-1,1843	17,0290	-142,8779	102,8697
15	4,64	0,0000	26,0511	-50,4647	38,1702

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	189 di 326

16	4,96	0,0000	25,4768	-42,6963	52,1428
17	5,28	-1,1858	15,3980	-108,2589	144,8460
18	5,60	-21,8701	5,2487	-205,0053	144,0423
19	6,00	-47,2460	0,7576	-96,4237	99,4293
20	6,40	-28,7235	5,1965	-159,2596	185,0020
21	6,67	-10,9999	6,7819	-160,0344	101,6051
22	6,93	-3,0182	5,8068	-90,4041	41,7843
23	7,20	-0,0975	1,2141	-91,6156	6,9775

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	129,4593	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	118,9934	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	50,9930	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -2,60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,20	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,07	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -4,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	290,0359	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -1,80	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	118,9934	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	513,8249	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	513,8249	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	118,9934	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,37	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]
Risultante in fondazione	527,4234	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,04	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-191,3950	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 190 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,18	2,2461	0,3053	3,5275
3	0,36	4,5714	1,2374	7,1919
4	0,54	6,9759	2,8191	10,9822
5	0,72	9,4595	5,0721	14,8957
6	0,90	12,0223	8,0178	18,9324
7	1,08	14,6643	11,6777	23,0923
8	1,26	17,3854	16,0733	27,3756
9	1,44	20,1858	21,2260	31,7823
10	1,62	23,0652	27,1574	36,3124
11	1,80	26,0239	33,8889	40,9659
12	1,98	29,0617	41,4421	45,7430
13	2,16	32,1788	49,8384	50,6436
14	2,34	35,3749	59,0995	55,6678
15	2,52	38,6503	69,2468	60,8156
16	2,70	42,0048	80,3018	66,0870
17	2,88	45,4385	92,2861	71,4821
18	3,06	48,9514	105,2213	77,0009
19	3,24	52,5434	119,1289	82,6434
20	3,42	56,2146	134,0305	88,4097
21	3,60	59,9650	149,9466	94,2799

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 191 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 8

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,0664	0,0990	-3,6166	2,7978
2	0,15	-1,5792	2,2875	-15,9265	8,1042
3	0,30	-2,4829	1,5178	-35,8400	16,6574
4	0,45	-4,3673	3,6076	-65,3420	27,6902
5	0,60	-15,5033	7,3809	-84,7316	39,8594
6	0,73	-22,0821	12,2975	0,0000	61,6396
7	0,87	-17,2200	18,5827	0,0000	105,8099
8	1,00	-2,2519	26,0292	0,0000	192,2321
9	1,13	0,0000	36,1975	0,0000	285,8581
10	1,27	0,0000	67,8366	-9,2783	403,6454
11	1,40	0,0000	140,1037	-61,4737	571,2042
12	1,44	0,0000	168,1841	-62,2668	570,2409
13	2,30	-142,5594	0,0000	-241,8621	0,0000
14	2,45	-95,0060	0,0000	-222,2179	0,0000
15	2,60	-71,4429	0,0000	-128,1812	0,0000
16	2,75	-57,0869	0,0000	-78,8229	16,6677
17	2,90	-48,0404	0,0000	-54,2416	49,2973
18	3,05	-45,4359	0,0000	-44,3804	94,9717
19	3,20	-53,9734	0,0000	-37,8995	146,0890
20	3,33	-64,2539	0,0000	-35,9280	83,2563
21	3,47	-67,4878	0,0000	-35,8708	15,6246
22	3,60	-65,8921	0,0000	-37,5815	0,0000
23	3,73	-60,0389	0,0000	-72,1323	0,0000
24	3,87	-49,4154	0,0000	-124,7156	0,0000
25	4,00	-31,8966	0,0000	-181,9190	0,0000
26	4,15	-16,9984	0,0000	-127,0492	0,0000
27	4,30	-10,2368	0,0000	-76,4256	0,0000
28	4,45	-4,5105	2,6566	-36,0917	0,0000
29	4,60	0,0000	0,3135	-11,4682	0,3757

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,1147	1,3201	-7,4932	98,2173
2	0,27	-3,2484	6,2751	-45,2569	96,9664
3	0,53	-11,8612	7,2639	-109,6667	171,4225
4	0,80	-30,9686	5,5722	-209,4830	170,6562
5	1,20	-50,9567	0,8123	-106,5264	103,3084
6	1,60	-23,5830	5,6260	-154,3414	229,6734
7	1,92	-1,2709	16,6101	-155,1348	116,8607
8	2,24	0,0000	27,4832	-55,6109	46,2809
9	2,56	0,0000	28,1021	-41,4010	53,7933
10	2,88	-1,2693	18,3677	-111,0557	153,0240
11	3,20	-19,9532	5,6033	-232,8866	152,2288
12	3,60	-44,7725	0,7685	-104,2824	104,2824
13	4,00	-19,9532	5,6033	-152,2288	232,8866
14	4,32	-1,2693	18,3677	-153,0240	111,0557
15	4,64	0,0000	28,1021	-53,7933	41,4010



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 192 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

16	4,96	0,0000	27,4832	-46,2809		55,6109		
17	5,28	-1,2709	16,6101	-116,8607		155,1348		
18	5,60	-23,5830	5,6260	-229,6734		154,3414		
19	6,00	-50,9567	0,8123	-103,3084		106,5264		
20	6,40	-30,9686	5,5722	-170,6562		209,4830		
21	6,67	-11,8612	7,2639	-171,4225		109,6667		
22	6,93	-3,2484	6,2751	-96,9664		45,2569		
23	7,20	-0,1147	1,3201	-98,2173		7,4932		

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 193 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	45,0000	0,0000	30,0000
2	0,18	2,2461	2,2461	0,1188	50,5188	1,4645	31,4645
3	0,36	4,5714	4,5714	0,4981	56,2981	3,1236	33,1236
4	0,54	6,9759	6,9759	1,1719	62,3719	4,9727	34,9727
5	0,72	9,4595	9,4595	2,1734	68,7734	7,0110	37,0110
6	0,90	12,0223	12,0223	3,5360	75,5360	9,2383	39,2383
7	1,08	14,6643	14,6643	5,2931	82,6931	11,6546	41,6546
8	1,26	17,3854	17,3854	7,4779	90,2779	14,2600	44,2600
9	1,44	20,1858	20,1858	10,1237	98,3237	17,0544	47,0544
10	1,62	23,0652	23,0652	13,2639	106,8639	20,0379	51,3865
11	1,80	26,0239	26,0239	16,9317	115,9317	23,2105	57,8790
12	1,98	29,0617	29,0617	21,1605	125,5605	26,5721	64,5278
13	2,16	32,1788	32,1788	25,9836	135,7836	30,1227	71,3328
14	2,34	35,3749	35,3749	31,4343	146,6343	33,8624	78,2943
15	2,52	38,6503	38,6503	37,5460	158,1460	37,7912	85,4121
16	2,70	42,0048	42,0048	44,3518	170,3518	41,9090	92,6864
17	2,88	45,4385	45,4385	51,8852	183,2852	46,2159	100,1172
18	3,06	48,9514	48,9514	60,1794	196,9794	50,7118	107,7046
19	3,24	52,5434	52,5434	69,2678	211,4678	55,3967	115,4485
20	3,42	56,2146	56,2146	79,1837	226,7837	60,2707	123,3492
21	3,60	59,9650	59,9650	89,9588	242,9588	65,3036	131,3814

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,18	2,2461	2,2461	0,0891	0,3053	1,1265	3,5275
3	0,36	4,5714	4,5714	0,3737	1,2374	2,4027	7,1919
4	0,54	6,9759	6,9759	0,8800	2,8191	3,8252	10,9822
5	0,72	9,4595	9,4595	1,6333	5,0721	5,3931	14,8957
6	0,90	12,0223	12,0223	2,6591	8,0178	7,1064	18,9324
7	1,08	14,6643	14,6643	3,9829	11,6777	8,9651	23,0923
8	1,26	17,3854	17,3854	5,6301	16,0733	10,9692	27,3756
9	1,44	20,1858	20,1858	7,6262	21,2260	13,1188	31,7823
10	1,62	23,0652	23,0652	9,9967	27,1574	15,4138	36,3124
11	1,80	26,0239	26,0239	12,7669	33,8889	17,8542	40,9659
12	1,98	29,0617	29,0617	15,9624	41,4421	20,4401	45,7430
13	2,16	32,1788	32,1788	19,6087	49,8384	23,1713	50,6436
14	2,34	35,3749	35,3749	23,7311	59,0995	26,0480	55,6678
15	2,52	38,6503	38,6503	28,3552	69,2468	29,0701	60,8156
16	2,70	42,0048	42,0048	33,5064	80,3018	32,2377	66,0870
17	2,88	45,4385	45,4385	39,2101	92,2861	35,5507	71,4821
18	3,06	48,9514	48,9514	45,4919	105,2213	39,0090	77,0009
19	3,24	52,5434	52,5434	52,3772	119,1289	42,6129	82,6434
20	3,42	56,2146	56,2146	59,8913	134,0305	46,3621	88,4097
21	3,60	59,9650	59,9650	68,0588	149,9466	50,2335	94,2799

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 194 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.
- Calcolo della portanza assiale e trasversale dei pali. Progetto e verifica delle armature dei pali inseriti.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 195 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

ALLEGATO

TABULATI DI CALCOLO MURO SOSTEGNO TIPO 2B

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 196 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
 - Verifica a ribaltamento
 - Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
 - Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
 - Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 197 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg\left[\left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) * \left(k_h / (1 \pm k_v)\right)\right]$$

Terreno a permeabilità elevata

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 198 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguito il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 199 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

- Q_T portanza totale del palo
- Q_P portanza di base del palo
- Q_L portanza per attrito laterale del palo
- W_P peso proprio del palo

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_P / \eta_p + Q_L / \eta_l - W_P$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_L / \eta_l + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_p(cN'_c + qN'_q + 1/2B\gamma N'_\gamma)$$

dove A_p è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso specifico del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c , N'_q , N'_γ sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 200 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_n \tan \delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso specifico del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in Kg/cm²/cm che rappresenta la pressione (in Kg/cm²) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.

Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidezza assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che può essere risolto solo mediante una analisi al passo.

Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico. In particolare risulta automatico analizzare casi in cui si ha insufficiente portanza non per rottura del palo ma per rottura del terreno (vedi il caso di un palo molto rigido in un terreno molle).

Determinazione degli scarichi sul palo.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati (la scelta del vincolo viene fatta dall'Utente nella tabella CARATTERISTICHE del sottomenu PALI) a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidezza del palo K_e , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.

Nota la matrice di rigidezza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3x3) della palificata, K .

A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con p il vettore dei carichi e con u il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da K_h) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 201 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 2

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_γ	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniaxiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniaxiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica

	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 202 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Totale compressione	γ_t	1,00	1,60	1,30
Laterale trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	γ_T	1,00	1,60	1,30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate	1	$\xi_3=1,70$	$\xi_4=1,70$
------------------------------	---	--------------	--------------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 203 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Altezza del paramento	4,50 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,95 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,71 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	7,20 [m]

Muro a mensola in c.a.

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1,35 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,30 [m]
Lunghezza totale fondazione	4,60 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,00 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 204 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.	
Numero di file di pali	2
Vincolo pali/fondazione	Incastro
Tipo di portanza	Portanza laterale e portanza di punta

Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr.	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [m]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	1,00	3	0,8000	12,00	0,00	Centrati
2	3,60	3	0,8000	12,00	0,00	Centrati

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 205 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico 24,517 [kN/mc]

Classe di Resistenza C25/30

Resistenza caratteristica a compressione R_{ck} 30000 [kPa]

Modulo elastico E 31447048 [kPa]

Acciaio

Tipo B450C

Tensione di snervamento σ_{fa} 449936 [kPa]

Calcestruzzo utilizzato per i pali

Classe di Resistenza C32/40

Resistenza caratteristica a compressione R_{ck} 40000 [kPa]

Modulo elastico E 33642648 [kPa]

Acciaio utilizzato per i pali

Tipo B450C

Tensione ammissibile σ_{fa} 449936 [kPa]

Tensione di snervamento σ_{fa} 449936 [kPa]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	15,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0,00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0,00 [m]

Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0,00 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

c Coesione espressa in [kPa]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 206 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	35.00	23.33	0,0	0,0
Ecla	19,00	20,00	25.00	16.67	10,0	0,0
Salt	20,00	20,00	27.00	18.00	20,0	0,0
Ap/Pa	23,00	23,00	31.00	20.67	120,0	0,0

Parametri medi

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	35.00	23.33	0,0	0,0
Ecla	19,00	20,00	25.00	16.67	10,0	0,0
Salt	20,00	20,00	27.00	18.00	20,0	0,0
Ap/Pa	23,00	23,00	31.00	20.67	120,0	0,0

Parametri minimi

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	30.00	20.00	0,0	0,0
Ecla	19,00	20,00	25.00	16.67	10,0	0,0
Salt	20,00	20,00	27.00	18.00	20,0	0,0
Ap/Pa	23,00	23,00	31.00	20.67	120,0	0,0

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	Terreno
1	5,60	Rilevato
2	4,00	Ecla
3	2,00	Salt
4	15,00	Ap/Pa

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 207 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
D/C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (SOVRACCARICO STRADALE)

D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=7,80$	$Q_i=60,0000$	$Q_f=20,0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

Condizione n° 2 (Urto Veicolo)

C	Paramento	$X=-0,25$	$Y=0,00$	$F_x=20,0000$	$F_y=0,0000$
		$M=30,0000$			

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 208 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Urto Veicolo	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,00	0,75	0,75

Combinazione n° 8 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,00	1,00	1,00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 209 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Impostazioni analisi pali

<u>Numero elementi palo</u>	40
<u>Tipo carico palo</u>	Distribuito
<u>Calcolo della portanza</u>	metodo di Vesic
<u>Costante di Winkler</u>	da Strato

Criterio di rottura del sistema terreno-palo

Spostamento limite pari a 0,0150 m

Pressione limite passiva con moltiplicatore pari a 1,00

Andamento pressione verticale

Geostatica

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 210 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLIM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
2	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
3	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--
4	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
5	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
6	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
7	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
8	SLER - [1]	--	--	--	--	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 211 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta a riposo

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g

2.02 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.19

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 24.54$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 12.27$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

0.00 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)

0,0

Lunghezza del muro

7,20 [m]

Peso muro

192,7650 [kN]

Baricentro del muro

X=-0,16 Y=-3,96

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 2,30 Y = -5,50

Punto superiore superficie di spinta

X = 2,30 Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta

5,50 [m]

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)

0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica

151,1559 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

138,7937 [kN]

Componente verticale della spinta statica

59,8698 [kN]

Punto d'applicazione della spinta

X = 2,30 [m]

Y = -3,33 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie

23,33 [°]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	212 di 326

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]				Y = -5,50		[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207,0000	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]				Y = -2,25		[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	138,7937	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	459,6348	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	459,6348	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	138,7937	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,10	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]						
Risultante in fondazione	480,1332	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,80	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-44,8756	[kNm]						



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 213 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,23	2,8200	0,2272	2,2106
3	0,45	5,7637	0,9533	4,7232
4	0,68	8,8312	2,2443	7,5325
5	0,90	12,0223	4,1652	10,6372
6	1,13	15,3371	6,7813	14,0373
7	1,35	18,7757	10,1574	17,7328
8	1,57	22,3379	14,3587	21,7237
9	1,80	26,0239	19,4502	26,0100
10	2,02	29,8336	25,4971	30,5916
11	2,25	33,7669	32,5643	35,4687
12	2,48	37,8240	40,7170	40,6412
13	2,70	42,0048	50,0201	46,1090
14	2,93	46,3093	60,5388	51,8723
15	3,15	50,7375	72,3381	57,9309
16	3,38	55,2894	85,4831	64,2849
17	3,60	59,9650	100,0389	70,9344
18	3,83	64,7643	116,0704	77,8792
19	4,05	69,6873	133,6428	85,1194
20	4,28	74,7341	152,8212	92,6550
21	4,50	79,9045	173,6677	100,4387

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 214 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 1

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,0951	0,1095	-3,8586	4,7100
2	0,15	-1,4197	2,2651	-17,6713	10,5542
3	0,30	-2,6254	2,3654	-39,5310	20,0637
4	0,45	-5,1024	4,9791	-72,5560	32,0395
5	0,60	-18,6061	9,4548	-88,5203	47,3331
6	0,73	-25,4525	14,9398	0,0000	82,0656
7	0,87	-17,2157	21,4665	0,0000	145,9942
8	1,00	0,0000	30,4158	0,0000	267,5284
9	1,18	0,0000	62,0319	-22,9727	459,7861
10	1,35	0,0000	174,3502	-24,6338	663,8045
11	2,30	-222,6249	0,0000	-260,9624	0,0000
12	2,45	-177,8411	0,0000	-241,6737	0,0000
13	2,60	-147,9345	0,0000	-178,9675	0,0000
14	2,75	-124,5058	0,0000	-142,5511	0,0000
15	2,90	-105,3138	0,0000	-121,1740	0,0000
16	3,05	-91,0014	0,0000	-107,9142	0,0000
17	3,20	-84,5066	0,0000	-96,5312	3,4814
18	3,33	-81,3076	0,0000	-88,5967	0,0000
19	3,47	-74,7878	0,0000	-81,7868	0,0000
20	3,60	-66,2811	0,0000	-77,4177	0,0000
21	3,73	-56,1376	0,0000	-96,9513	0,0000
22	3,87	-44,0557	0,0000	-117,4711	0,0000
23	4,00	-28,7754	0,0000	-142,7842	0,0000
24	4,15	-15,5742	0,0000	-100,7478	0,0000
25	4,30	-8,4749	0,0000	-62,3716	0,0000
26	4,45	-3,2087	1,0889	-30,0869	0,0000
27	4,60	0,0000	0,2901	-7,9709	0,3190

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,1250	1,1190	-3,9751	59,4178
2	0,27	-1,7440	5,8682	-29,4898	84,8465
3	0,53	-6,9862	8,6189	-89,6672	121,1885
4	0,80	-18,1527	7,6547	-147,8358	119,4991
5	1,20	-30,2459	0,0000	-83,4856	82,1375
6	1,60	-13,8960	7,5525	-108,6765	164,0397
7	1,92	0,0000	12,9850	-110,4857	90,9976
8	2,24	0,0000	16,4354	-52,2719	31,1091
9	2,56	0,0000	16,7909	-30,4906	50,7809
10	2,88	0,0000	12,9732	-90,4131	108,7881
11	3,20	-13,2865	7,5231	-154,6805	106,9841
12	3,60	-28,0684	0,0000	-81,4465	81,4465
13	4,00	-13,2865	7,5231	-106,9841	154,6805
14	4,32	0,0000	12,9732	-108,7881	90,4131
15	4,64	0,0000	16,7909	-50,7809	30,4906
16	4,96	0,0000	16,4354	-31,1091	52,2719
17	5,28	0,0000	12,9850	-90,9976	110,4857

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400	REL	01	A	215 di 326

18	5,60	-13,8960	7,5525	-164,0397	108,6765
19	6,00	-30,2459	0,0000	-82,1375	83,4856
20	6,40	-18,1527	7,6547	-119,4991	147,8358
21	6,67	-6,9862	8,6189	-121,1885	89,6672
22	6,93	-1,7440	5,8682	-84,8465	29,4898
23	7,20	-0,1250	1,1190	-59,4178	3,9751

COMBINAZIONE n° 2

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	231,6538	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	212,7083	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	91,7534	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -3,06	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60,19	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -5,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	393,6538	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -2,25	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	212,7083	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	678,1723	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	678,1723	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	212,7083	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]
Risultante in fondazione	710,7478	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,41	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-115,7507	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 216 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,23	2,8200	0,7343	6,7115
3	0,45	5,7637	2,9759	13,6871
4	0,68	8,8312	6,7813	20,9100
5	0,90	12,0223	12,2038	28,3763
6	1,13	15,3371	19,2969	36,0860
7	1,35	18,7757	28,1140	44,0394
8	1,57	22,3379	38,7085	52,2367
9	1,80	26,0239	51,1338	60,6778
10	2,02	29,8336	65,4435	69,3630
11	2,25	33,7669	81,6912	78,2924
12	2,48	37,8240	99,9302	87,4661
13	2,70	42,0048	120,2144	96,8842
14	2,93	46,3093	142,5971	106,5468
15	3,15	50,7375	167,1321	116,4539
16	3,38	55,2894	193,8730	126,6058
17	3,60	59,9650	222,8734	137,0024
18	3,83	64,7643	254,1871	147,6438
19	4,05	69,6873	287,8677	158,5300
20	4,28	74,7341	323,9688	169,6613
21	4,50	79,9045	362,5420	180,9984

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 217 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 2

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymin}
1	0,00	-0,1574	0,1376	-4,9442	7,0099
2	0,15	-1,9400	3,3537	-23,5300	16,8016
3	0,30	-3,3100	3,8797	-53,4153	32,0669
4	0,45	-6,2732	8,2392	-99,2839	50,8843
5	0,60	-24,8334	15,5170	-116,4060	74,6320
6	0,73	-33,7184	24,3465	0,0000	126,0835
7	0,87	-20,7376	34,8596	0,0000	220,3487
8	1,00	0,0000	49,0372	0,0000	395,4871
9	1,18	0,0000	96,5209	-20,3224	673,4721
10	1,35	0,0000	260,3288	-21,5143	968,6492
11	2,30	-344,7117	0,0000	-411,6522	0,0000
12	2,45	-274,3582	0,0000	-380,1758	0,0000
13	2,60	-227,3524	0,0000	-280,9065	0,0000
14	2,75	-190,6355	0,0000	-222,8999	0,0000
15	2,90	-160,6823	0,0000	-188,6401	0,0000
16	3,05	-138,4673	0,0000	-166,9933	0,0000
17	3,20	-128,5693	0,0000	-148,5353	5,7241
18	3,33	-123,8619	0,0000	-135,7644	0,0000
19	3,47	-114,0353	0,0000	-124,7456	0,0000
20	3,60	-101,1547	0,0000	-117,5220	0,0000
21	3,73	-85,7471	0,0000	-147,8532	0,0000
22	3,87	-67,3274	0,0000	-179,9177	0,0000
23	4,00	-43,8974	0,0000	-219,6894	0,0000
24	4,15	-23,7037	0,0000	-154,6180	0,0000
25	4,30	-12,9506	0,0000	-95,4178	0,0000
26	4,45	-4,9443	1,7487	-45,9755	0,0000
27	4,60	0,0000	0,4410	-12,3166	0,4938

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,2426	1,7093	-6,1547	85,2266
2	0,27	-2,7292	8,3964	-45,7784	121,3313
3	0,53	-10,8841	12,3824	-129,3031	173,9437
4	0,80	-28,2826	11,0391	-226,6325	172,3030
5	1,20	-47,1249	0,0000	-119,8776	117,9797
6	1,60	-21,6509	10,8781	-156,6975	250,1969
7	1,92	0,0000	18,6696	-158,4448	131,3792
8	2,24	0,0000	25,6057	-74,1379	47,0144
9	2,56	0,0000	26,1599	-44,5367	71,9784
10	2,88	0,0000	18,6528	-130,5422	155,9926
11	3,20	-19,1179	10,8354	-235,2850	154,2511
12	3,60	-41,6118	0,0000	-116,9347	116,9347
13	4,00	-19,1179	10,8354	-154,2511	235,2850
14	4,32	0,0000	18,6528	-155,9926	130,5422
15	4,64	0,0000	26,1599	-71,9784	44,5367
16	4,96	0,0000	25,6057	-47,0144	74,1379
17	5,28	0,0000	18,6696	-131,3792	158,4448

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400	REL	01	A	218 di 326

18	5,60	-21,6509	10,8781	-250,1969	156,6975
19	6,00	-47,1249	0,0000	-117,9797	119,8776
20	6,40	-28,2826	11,0391	-172,3030	226,6325
21	6,67	-10,8841	12,3824	-173,9437	129,3031
22	6,93	-2,7292	8,3964	-121,3313	45,7784
23	7,20	-0,2426	1,7093	-85,2266	6,1547

COMBINAZIONE n° 3

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	151,1559	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	138,7937	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	59,8698	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -3,33	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -5,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -2,25	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	30,00	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	168,7937	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	459,6348	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	459,6348	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	168,7937	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,36	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]
Risultante in fondazione	489,6483	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,16	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	165,1244	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 219 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	45,0000	30,0000
2	0,23	2,8200	51,9772	32,2106
3	0,45	5,7637	59,4533	34,7232
4	0,68	8,8312	67,4943	37,5325
5	0,90	12,0223	76,1652	40,6372
6	1,13	15,3371	85,5313	44,0373
7	1,35	18,7757	95,6574	47,7328
8	1,57	22,3379	106,6087	51,7237
9	1,80	26,0239	118,4502	56,0100
10	2,02	29,8336	131,2471	60,5916
11	2,25	33,7669	145,0643	65,4687
12	2,48	37,8240	159,9670	70,6412
13	2,70	42,0048	176,0201	76,1090
14	2,93	46,3093	193,2888	81,8723
15	3,15	50,7375	211,8381	87,9309
16	3,38	55,2894	231,7331	94,2849
17	3,60	59,9650	253,0389	100,9344
18	3,83	64,7643	275,8204	107,8792
19	4,05	69,6873	300,1428	115,1194
20	4,28	74,7341	326,0712	122,6550
21	4,50	79,9045	353,6677	130,4387

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 220 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 3

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,1392	0,1294	-4,6288	6,3395
2	0,15	-1,7876	3,0349	-21,8167	14,9719
3	0,30	-3,1095	3,4362	-49,3508	28,5520
4	0,45	-5,9303	7,2845	-91,4578	45,3663
5	0,60	-23,0098	13,7417	-108,3030	66,6402
6	0,73	-31,2978	21,5918	0,0000	113,1953
7	0,87	-19,7063	30,9375	0,0000	198,5855
8	1,00	0,0000	43,5841	0,0000	358,0168
9	1,18	0,0000	86,4211	-21,1080	610,8956
10	1,35	0,0000	235,1506	-22,4184	879,3780
11	2,30	-320,4145	0,0000	-300,2808	0,0000
12	2,45	-275,5916	0,0000	-279,4959	0,0000
13	2,60	-236,8049	0,0000	-245,8977	0,0000
14	2,75	-202,0710	0,0000	-220,3112	0,0000
15	2,90	-170,7807	0,0000	-200,2182	0,0000
16	3,05	-143,0668	0,0000	-181,7254	0,0000
17	3,20	-120,1391	0,0000	-163,8456	0,0000
18	3,33	-102,4139	0,0000	-148,6825	0,0000
19	3,47	-85,2325	0,0000	-133,8919	0,0000
20	3,60	-69,0442	0,0000	-121,9022	0,0000
21	3,73	-53,9670	0,0000	-115,5788	0,0000
22	3,87	-39,8986	0,0000	-109,6317	0,0000
23	4,00	-26,4134	0,0000	-105,2997	0,0000
24	4,15	-14,5421	0,0000	-76,3554	0,0000
25	4,30	-6,8862	0,0000	-49,3185	0,0000
26	4,45	-1,9522	0,0000	-24,3459	0,0000
27	4,60	0,0000	0,2739	-3,5382	0,0369

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,2082	0,9428	-1,6266	77,6830
2	0,27	-0,3251	7,6560	-37,6563	110,6390
3	0,53	-4,9278	11,2803	-117,7002	158,4929
4	0,80	-20,8650	10,0480	-203,3268	156,8416
5	1,20	-37,9462	0,0000	-109,2200	107,4831
6	1,60	-17,5255	9,9042	-142,6372	224,7491
7	1,92	0,0000	17,0049	-144,3980	119,5590
8	2,24	0,0000	21,4977	-67,7136	41,2468
9	2,56	0,0000	21,5108	-40,4336	65,7491
10	2,88	0,0000	16,9895	-118,7961	142,1668
11	3,20	-17,4102	9,8654	-211,4912	140,4117
12	3,60	-36,7518	0,0000	-106,5418	106,5418
13	4,00	-17,4102	9,8654	-140,4117	211,4912
14	4,32	0,0000	16,9895	-142,1668	118,7961
15	4,64	0,0000	21,5108	-65,7491	40,4336
16	4,96	0,0000	21,4977	-41,2468	67,7136
17	5,28	0,0000	17,0049	-119,5590	144,3980

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	221 di 326

18	5,60	-17,5255	9,9042	-224,7491	142,6372
19	6,00	-37,9462	0,0000	-107,4831	109,2200
20	6,40	-20,8650	10,0480	-156,8416	203,3268
21	6,67	-4,9278	11,2803	-158,4929	117,7002
22	6,93	-0,3251	7,6560	-110,6390	37,6563
23	7,20	-0,2082	0,9428	-77,6830	1,6266

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	116,2737	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	106,7644	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46,0537	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -3,33	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Incremento sismico della spinta	76,8841	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,30	[m]	Y = -2,75	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	43,07	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -5,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -2,25	[m]
Inerzia del muro	47,3116	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-23,6558	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	50,8053	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-25,4027	[kN]		
Risultanti				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	275,4775	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	427,2125	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	427,2125	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	275,4775	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,71	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]		
Risultante in fondazione	508,3290	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	32,81	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	305,2826	[kNm]		



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 222 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,23	2,8200	0,5358	4,9470
3	0,45	5,7637	2,1817	10,1566
4	0,68	8,8312	4,9950	15,6248
5	0,90	12,0223	9,0324	21,3507
6	1,13	15,3371	14,3502	27,3341
7	1,35	18,7757	21,0052	33,5751
8	1,57	22,3379	29,0538	40,0736
9	1,80	26,0239	38,5527	46,8298
10	2,02	29,8336	49,5583	53,8436
11	2,25	33,7669	62,1273	61,1149
12	2,48	37,8240	76,3161	68,6438
13	2,70	42,0048	92,1814	76,4304
14	2,93	46,3093	109,7797	84,4745
15	3,15	50,7375	129,1676	92,7762
16	3,38	55,2894	150,4016	101,3354
17	3,60	59,9650	173,5382	110,1523
18	3,83	64,7643	198,6341	119,2268
19	4,05	69,6873	225,7458	128,5588
20	4,28	74,7341	254,9298	138,1485
21	4,50	79,9045	286,2405	147,9593

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 223 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 4

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymin}
1	0,00	-0,1895	0,1520	-5,4957	8,1859
2	0,15	-2,2080	3,9144	-26,5404	20,0200
3	0,30	-3,6627	4,6597	-60,5625	38,2490
4	0,45	-6,8763	9,9184	-113,0480	60,5896
5	0,60	-28,0410	18,6395	-130,5724	88,6863
6	0,73	-37,9761	29,1917	0,0000	148,7504
7	0,87	-22,5517	41,7582	0,0000	258,6163
8	1,00	0,0000	58,6287	0,0000	461,3928
9	1,18	0,0000	114,2857	-18,9266	783,5391
10	1,35	0,0000	304,6151	-19,9382	1125,6695
11	2,30	-434,8841	0,0000	-386,9808	0,0000
12	2,45	-378,0241	0,0000	-370,0163	0,0000
13	2,60	-326,5359	0,0000	-345,3235	0,0000
14	2,75	-278,5177	0,0000	-324,8854	0,0000
15	2,90	-233,2995	0,0000	-310,9841	0,0000
16	3,05	-190,1848	0,0000	-302,3417	0,0000
17	3,20	-152,7551	0,0000	-298,5784	0,0000
18	3,33	-123,4283	0,0000	-254,2663	0,0000
19	3,47	-97,1114	0,0000	-213,4801	0,0000
20	3,60	-74,0134	0,0000	-173,7115	0,0000
21	3,73	-54,2296	0,0000	-141,7548	0,0000
22	3,87	-37,7175	0,0000	-118,1166	0,0000
23	4,00	-24,3487	0,0000	-95,0256	0,0000
24	4,15	-12,9469	0,0000	-70,0941	0,0000
25	4,30	-6,8874	0,0000	-45,3751	0,0000
26	4,45	-2,5995	0,1542	-21,9925	0,0000
27	4,60	0,0000	0,2404	-4,9380	1,9571

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,3032	0,9024	-36,8880	98,4735
2	0,27	-1,6884	9,6986	-48,1153	140,1470
3	0,53	-6,2623	14,3209	-149,7070	201,1223
4	0,80	-26,5240	13,2545	-267,9439	199,4962
5	1,20	-48,1979	20,5653	-138,6240	136,4427
6	1,60	-22,2688	12,5910	-181,4256	295,2546
7	1,92	-6,4853	21,5976	-183,1545	152,1640
8	2,24	-10,6906	27,3007	-85,4591	52,7792
9	2,56	-10,9788	27,3176	-51,7427	82,9569
10	2,88	-7,3055	21,5782	-151,1965	180,3138
11	3,20	-22,1215	12,5415	-277,3944	178,5908
12	3,60	-46,6725	17,6315	-135,2155	135,2155
13	4,00	-22,1215	12,5415	-178,5908	277,3944
14	4,32	-7,3055	21,5782	-180,3138	151,1965
15	4,64	-10,9788	27,3176	-82,9569	51,7427
16	4,96	-10,6906	27,3007	-52,7792	85,4591
17	5,28	-6,4853	21,5976	-152,1640	183,1545

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	224 di 326

18	5,60	-22,2688	12,5910	-295,2546	181,4256
19	6,00	-48,1979	20,5653	-136,4427	138,6240
20	6,40	-26,5240	13,2545	-199,4962	267,9439
21	6,67	-6,2623	14,3209	-201,1223	149,7070
22	6,93	-1,6884	9,6986	-140,1470	48,1153
23	7,20	-0,3032	0,9024	-98,4735	36,8880

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	116,2737	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	106,7644	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46,0537	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -3,33	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Incremento sismico della spinta	97,9623	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,30	[m]	Y = -2,75	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47,07	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -5,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -2,25	[m]
Inerzia del muro	47,3116	[kN]		
Inerzia verticale del muro	23,6558	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	50,8053	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	25,4027	[kN]		
Risultanti				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	294,8319	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	533,6780	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	533,6780	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	294,8319	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,54	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]		
Risultante in fondazione	609,7033	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	28,92	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	288,2239	[kNm]		

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 225 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,23	2,8200	0,6146	5,6473
3	0,45	5,7637	2,4969	11,5572
4	0,68	8,8312	5,7041	17,7257
5	0,90	12,0223	10,2929	24,1518
6	1,13	15,3371	16,3198	30,8355
7	1,35	18,7757	23,8414	37,7768
8	1,57	22,3379	32,9142	44,9757
9	1,80	26,0239	43,5948	52,4321
10	2,02	29,8336	55,9397	60,1462
11	2,25	33,7669	70,0056	68,1178
12	2,48	37,8240	85,8489	76,3471
13	2,70	42,0048	103,5262	84,8339
14	2,93	46,3093	123,0941	93,5783
15	3,15	50,7375	144,6091	102,5803
16	3,38	55,2894	168,1278	111,8398
17	3,60	59,9650	193,7067	121,3570
18	3,83	64,7643	221,4024	131,1318
19	4,05	69,6873	251,2715	141,1641
20	4,28	74,7341	283,3705	151,4540
21	4,50	79,9045	317,7537	161,9652

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 226 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 5

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,2173	0,1646	-5,9705	9,2012
2	0,15	-2,4398	4,3994	-29,1423	22,8044
3	0,30	-3,9677	5,3344	-66,7441	43,5970
4	0,45	-7,3980	11,3711	-124,9544	68,9852
5	0,60	-30,8158	21,3408	-142,7608	100,8427
6	0,73	-41,6593	33,3833	0,0000	168,3579
7	0,87	-24,1210	47,7262	0,0000	291,7128
8	1,00	0,0000	66,9263	0,0000	518,4063
9	1,18	0,0000	129,6539	-17,7074	878,7576
10	1,35	0,0000	342,9269	-18,5865	1261,5068
11	2,30	-371,0464	0,0000	-328,5345	0,0000
12	2,45	-323,0023	0,0000	-311,5025	0,0000
13	2,60	-279,1383	0,0000	-289,7464	0,0000
14	2,75	-238,3503	0,0000	-270,5675	0,0000
15	2,90	-200,2701	0,0000	-254,7610	0,0000
16	3,05	-164,5297	0,0000	-241,8879	0,0000
17	3,20	-133,0685	0,0000	-231,6567	0,0000
18	3,33	-108,1144	0,0000	-201,4652	0,0000
19	3,47	-85,6909	0,0000	-173,1057	0,0000
20	3,60	-65,9070	0,0000	-145,2930	0,0000
21	3,73	-48,8126	0,0000	-121,2036	0,0000
22	3,87	-34,3863	0,0000	-101,5703	0,0000
23	4,00	-22,5626	0,0000	-82,2723	0,0000
24	4,15	-12,2864	0,0000	-61,1015	0,0000
25	4,30	-5,9317	0,0000	-40,0387	0,0000
26	4,45	-1,8530	0,0000	-19,8074	0,0000
27	4,60	0,0000	0,2279	-2,9398	1,0460

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,3556	0,9915	-21,3416	109,9156
2	0,27	-0,6357	10,8252	-53,8750	156,4304
3	0,53	-6,9983	15,9979	-167,3550	224,6359
4	0,80	-29,6451	14,2904	-303,9322	223,0193
5	1,20	-53,8519	10,9062	-154,8417	152,4153
6	1,60	-24,8849	14,0729	-202,8158	334,4656
7	1,92	-3,3719	24,1306	-204,5327	170,1407
8	2,24	-5,5459	30,5013	-95,2670	59,1289
9	2,56	-5,7105	30,5202	-57,9691	92,4688
10	2,88	-3,8410	24,1090	-169,0602	201,3558
11	3,20	-24,7200	14,0174	-314,0238	199,6450
12	3,60	-52,1441	9,2153	-151,0305	151,0305
13	4,00	-24,7200	14,0174	-199,6450	314,0238
14	4,32	-3,8410	24,1090	-201,3558	169,0602
15	4,64	-5,7105	30,5202	-92,4688	57,9691
16	4,96	-5,5459	30,5013	-59,1289	95,2670
17	5,28	-3,3719	24,1306	-170,1407	204,5327



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	227 di 326

18	5,60	-24,8849	14,0729	-334,4656	202,8158
19	6,00	-53,8519	10,9062	-152,4153	154,8417
20	6,40	-29,6451	14,2904	-223,0193	303,9322
21	6,67	-6,9983	15,9979	-224,6359	167,3550
22	6,93	-0,6357	10,8252	-156,4304	53,8750
23	7,20	-0,3556	0,9915	-109,9156	21,3416

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	116,2737	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	106,7644	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46,0537	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -3,33	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -5,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -2,25	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	106,7644	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	445,8187	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	445,8187	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	106,7644	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]
Risultante in fondazione	458,4244	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-82,5483	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 228 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,23	2,8200	0,1711	1,7005
3	0,45	5,7637	0,7185	3,6333
4	0,68	8,8312	1,6926	5,7943
5	0,90	12,0223	3,1431	8,1825
6	1,13	15,3371	5,1198	10,7979
7	1,35	18,7757	7,6724	13,6406
8	1,57	22,3379	10,8506	16,7105
9	1,80	26,0239	14,7042	20,0077
10	2,02	29,8336	19,2829	23,5320
11	2,25	33,7669	24,6364	27,2836
12	2,48	37,8240	30,8144	31,2624
13	2,70	42,0048	37,8666	35,4685
14	2,93	46,3093	45,8429	39,9017
15	3,15	50,7375	54,7928	44,5622
16	3,38	55,2894	64,7662	49,4499
17	3,60	59,9650	75,8127	54,5649
18	3,83	64,7643	87,9821	59,9071
19	4,05	69,6873	101,3241	65,4765
20	4,28	74,7341	115,8884	71,2731
21	4,50	79,9045	131,7226	77,2606

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 229 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 6

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,0753	0,1006	-3,5069	3,9692
2	0,15	-1,2548	1,9200	-15,8071	8,5743
3	0,30	-2,4084	1,8854	-35,1252	16,2576
4	0,45	-4,7312	3,9455	-64,0798	26,0634
5	0,60	-16,6319	7,5329	-79,5071	38,6704
6	0,73	-22,8320	11,9577	0,0000	68,1042
7	0,87	-16,0992	17,2205	0,0000	122,3862
8	1,00	0,0000	24,5124	0,0000	226,9581
9	1,18	0,0000	51,0981	-23,7892	392,0432
10	1,35	0,0000	147,0929	-25,6465	567,1610
11	2,30	-122,0787	0,0000	-187,7673	0,0000
12	2,45	-85,8625	0,0000	-173,1616	0,0000
13	2,60	-66,9350	0,0000	-105,1901	0,0000
14	2,75	-54,6899	0,0000	-69,2448	1,4014
15	2,90	-46,3439	0,0000	-51,0747	24,0265
16	3,05	-42,7206	0,0000	-43,4218	57,2356
17	3,20	-47,2235	0,0000	-38,0606	93,9466
18	3,33	-53,2611	0,0000	-35,9176	47,5073
19	3,47	-54,3165	0,0000	-35,1405	4,7298
20	3,60	-51,9945	0,0000	-35,5445	0,0000
21	3,73	-46,7161	0,0000	-61,6921	0,0000
22	3,87	-38,1190	0,0000	-97,2641	0,0000
23	4,00	-24,6880	0,0000	-136,9309	0,0000
24	4,15	-13,2157	0,0000	-95,8960	0,0000
25	4,30	-7,8014	0,0000	-58,0771	0,0000
26	4,45	-3,3427	1,8253	-27,5551	0,0000
27	4,60	0,0000	0,2444	-8,5004	0,3037

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,0877	1,0102	-5,2434	58,7787
2	0,27	-2,3093	5,0667	-33,4656	73,3071
3	0,53	-8,5342	7,4258	-79,5852	104,4697
4	0,80	-22,2697	6,5818	-132,0875	102,7533
5	1,20	-36,6934	0,0000	-71,9499	70,7760
6	1,60	-16,9682	6,4982	-93,4452	147,9038
7	1,92	0,0000	11,9710	-95,2890	84,8935
8	2,24	0,0000	19,8075	-45,4181	34,3614
9	2,56	0,0000	20,2514	-30,8261	44,1420
10	2,88	0,0000	13,2318	-80,7217	93,8308
11	3,20	-14,3642	6,4730	-136,0395	91,9918
12	3,60	-32,2596	0,0000	-70,1974	70,1974
13	4,00	-14,3642	6,4730	-91,9918	136,0395
14	4,32	0,0000	13,2318	-93,8308	80,7217
15	4,64	0,0000	20,2514	-44,1420	30,8261
16	4,96	0,0000	19,8075	-34,3614	45,4181
17	5,28	0,0000	11,9710	-84,8935	95,2890

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400	REL	01	A	230 di 326

18	5,60	-16,9682	6,4982	-147,9038	93,4452
19	6,00	-36,6934	0,0000	-70,7760	71,9499
20	6,40	-22,2697	6,5818	-102,7533	132,0875
21	6,67	-8,5342	7,4258	-104,4697	79,5852
22	6,93	-2,3093	5,0667	-73,3071	33,4656
23	7,20	-0,0877	1,0102	-58,7787	5,2434

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	156,4680	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	143,6714	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	61,9738	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -3,13	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,88	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -5,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	300,3269	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -2,25	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	143,6714	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	555,0657	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	555,0657	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	143,6714	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,21	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]
Risultante in fondazione	573,3580	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,51	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-118,0071	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 231 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,23	2,8200	0,4247	3,9509
3	0,45	5,7637	1,7298	8,1152
4	0,68	8,8312	3,9611	12,4829
5	0,90	12,0223	7,1623	17,0518
6	1,13	15,3371	11,3775	21,8219
7	1,35	18,7757	16,6505	26,7933
8	1,57	22,3379	23,0251	31,9660
9	1,80	26,0239	30,5453	37,3401
10	2,02	29,8336	39,2550	42,9156
11	2,25	33,7669	49,1981	48,6925
12	2,48	37,8240	60,4186	54,6710
13	2,70	42,0048	72,9603	60,8509
14	2,93	46,3093	86,8672	67,2325
15	3,15	50,7375	102,1834	73,8156
16	3,38	55,2894	118,9526	80,6003
17	3,60	59,9650	137,2190	87,5867
18	3,83	64,7643	157,0264	94,7747
19	4,05	69,6873	178,4189	102,1645
20	4,28	74,7341	201,4404	109,7559
21	4,50	79,9045	226,1330	117,5167

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 232 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 7

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,1065	0,1146	-4,0590	5,1329
2	0,15	-1,5147	2,4639	-18,7429	11,6946
3	0,30	-2,7504	2,6419	-42,0671	22,2554
4	0,45	-5,3162	5,5743	-77,4367	35,4806
5	0,60	-19,7431	10,5616	-93,6642	52,3195
6	0,73	-26,9617	16,6572	0,0000	90,1041
7	0,87	-17,8588	23,9118	0,0000	159,5795
8	1,00	0,0000	33,8157	0,0000	290,8920
9	1,18	0,0000	68,3288	-22,4964	498,8003
10	1,35	0,0000	190,0480	-24,0567	719,4626
11	2,30	-183,0889	0,0000	-263,0934	0,0000
12	2,45	-134,0878	0,0000	-242,4052	0,0000
13	2,60	-106,6138	0,0000	-156,1225	0,0000
14	2,75	-87,7284	0,0000	-109,3809	0,0000
15	2,90	-74,0060	0,0000	-84,7920	9,8549
16	3,05	-66,4359	0,0000	-72,9568	51,6594
17	3,20	-69,2427	0,0000	-64,0630	97,2712
18	3,33	-74,5310	0,0000	-59,5070	37,0736
19	3,47	-73,9367	0,0000	-56,6277	0,7681
20	3,60	-69,4304	0,0000	-55,3030	0,0000
21	3,73	-61,5216	0,0000	-87,9401	0,0000
22	3,87	-49,7562	0,0000	-128,7056	0,0000
23	4,00	-32,2498	0,0000	-175,4493	0,0000
24	4,15	-17,2808	0,0000	-122,8465	0,0000
25	4,30	-10,0398	0,0000	-74,6128	0,0000
26	4,45	-4,2109	2,1557	-35,5108	0,0000
27	4,60	0,0000	0,3198	-10,6953	0,4004

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,1465	1,3054	-6,2898	71,7355
2	0,27	-2,8025	6,3298	-41,8219	91,5006
3	0,53	-10,4848	9,3060	-98,3020	130,8189
4	0,80	-27,3389	8,2726	-162,0312	129,1416
5	1,20	-45,1399	0,0000	-90,1296	88,6811
6	1,60	-20,8489	8,1597	-117,4461	179,5894
7	1,92	0,0000	14,7417	-119,2399	104,8769
8	2,24	0,0000	24,3964	-56,2443	42,9963
9	2,56	0,0000	24,9397	-38,6499	54,6306
10	2,88	0,0000	16,2847	-99,7774	117,4045
11	3,20	-17,6622	8,1278	-169,2393	115,6161
12	3,60	-39,7169	0,0000	-87,9255	87,9255
13	4,00	-17,6622	8,1278	-115,6161	169,2393
14	4,32	0,0000	16,2847	-117,4045	99,7774
15	4,64	0,0000	24,9397	-54,6306	38,6499
16	4,96	0,0000	24,3964	-42,9963	56,2443
17	5,28	0,0000	14,7417	-104,8769	119,2399

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400	REL	01	A	233 di 326

18	5,60	-20,8489	8,1597	-179,5894	117,4461
19	6,00	-45,1399	0,0000	-88,6811	90,1296
20	6,40	-27,3389	8,2726	-129,1416	162,0312
21	6,67	-10,4848	9,3060	-130,8189	98,3020
22	6,93	-2,8025	6,3298	-91,5006	41,8219
23	7,20	-0,1465	1,3054	-71,7355	6,2898

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	169,9134	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	156,0172	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	67,2993	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,30	[m]	Y = -3,09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60,07	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,30	[m]	Y = -5,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	331,4359	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,15	[m]	Y = -2,25	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	156,0172	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	591,5002	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	591,5002	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	156,0172	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,60	[m]
Risultante in fondazione	611,7302	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,78	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-129,8078	[kNm]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 234 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,23	2,8200	0,5092	4,7010
3	0,45	5,7637	2,0669	9,6091
4	0,68	8,8312	4,7172	14,7125
5	0,90	12,0223	8,5021	20,0084
6	1,13	15,3371	13,4635	25,4969
7	1,35	18,7757	19,6434	31,1781
8	1,57	22,3379	27,0836	37,0521
9	1,80	26,0239	35,8263	43,1189
10	2,02	29,8336	45,9134	49,3787
11	2,25	33,7669	57,3869	55,8315
12	2,48	37,8240	70,2888	62,4773
13	2,70	42,0048	84,6613	69,3163
14	2,93	46,3093	100,5463	76,3485
15	3,15	50,7375	117,9859	83,5739
16	3,38	55,2894	137,0223	90,9927
17	3,60	59,9650	157,6975	98,6047
18	3,83	64,7643	180,0536	106,4102
19	4,05	69,6873	204,1327	114,4090
20	4,28	74,7341	229,9771	122,6014
21	4,50	79,9045	257,6268	130,9563

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 235 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 8

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 4.60

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,1169	0,1193	-4,2411	5,5178
2	0,15	-1,6015	2,6455	-19,7215	12,7371
3	0,30	-2,8647	2,8946	-44,3847	24,2585
4	0,45	-5,5115	6,1183	-81,8975	38,6256
5	0,60	-20,7823	11,5733	-98,3415	56,8761
6	0,73	-28,3411	18,2270	0,0000	97,4506
7	0,87	-18,4465	26,1468	0,0000	171,9918
8	1,00	0,0000	36,9232	0,0000	312,2463
9	1,18	0,0000	74,0844	-22,0577	534,4601
10	1,35	0,0000	204,3961	-23,5326	770,3351
11	2,30	-203,4545	0,0000	-288,2145	0,0000
12	2,45	-150,1919	0,0000	-265,4969	0,0000
13	2,60	-119,8664	0,0000	-173,1215	0,0000
14	2,75	-98,7641	0,0000	-122,7842	0,0000
15	2,90	-83,2460	0,0000	-96,0527	5,7826
16	3,05	-74,3563	0,0000	-82,8203	49,8434
17	3,20	-76,5930	0,0000	-72,7465	98,2341
18	3,33	-81,6273	0,0000	-67,3837	32,6237
19	3,47	-80,4799	0,0000	-63,8015	0,0000
20	3,60	-75,2431	0,0000	-61,8980	0,0000
21	3,73	-66,4561	0,0000	-96,6026	0,0000
22	3,87	-53,6341	0,0000	-139,1629	0,0000
23	4,00	-34,7697	0,0000	-188,2731	0,0000
24	4,15	-18,6355	0,0000	-131,8222	0,0000
25	4,30	-10,7855	0,0000	-80,1202	0,0000
26	4,45	-4,5000	2,2654	-38,1602	0,0000
27	4,60	0,0000	0,3450	-11,4241	0,4316

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,1661	1,4037	-6,6396	76,0428
2	0,27	-2,9664	6,7517	-44,5765	97,5862
3	0,53	-11,1336	9,9341	-104,5225	139,6219
4	0,80	-29,0249	8,8374	-175,0939	137,9541
5	1,20	-47,9493	0,0000	-96,2025	94,6623
6	1,60	-22,1396	8,7146	-125,4607	193,8855
7	1,92	0,0000	15,6633	-127,2424	111,5145
8	2,24	0,0000	25,9228	-59,8856	45,8352
9	2,56	0,0000	26,4992	-41,2193	58,1601
10	2,88	0,0000	17,3002	-106,1061	125,2811
11	3,20	-18,7591	8,6806	-182,6194	123,5049
12	3,60	-42,1973	0,0000	-93,8476	93,8476
13	4,00	-18,7591	8,6806	-123,5049	182,6194
14	4,32	0,0000	17,3002	-125,2811	106,1061
15	4,64	0,0000	26,4992	-58,1601	41,2193
16	4,96	0,0000	25,9228	-45,8352	59,8856
17	5,28	0,0000	15,6633	-111,5145	127,2424



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 236 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

18	5,60	-22,1396	8,7146	-193,8855		125,4607		
19	6,00	-47,9493	0,0000	-94,6623		96,2025		
20	6,40	-29,0249	8,8374	-137,9541		175,0939		
21	6,67	-11,1336	9,9341	-139,6219		104,5225		
22	6,93	-2,9664	6,7517	-97,5862		44,5765		
23	7,20	-0,1661	1,4037	-76,0428		6,6396		

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 237 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	45,0000	0,0000	30,0000
2	0,23	2,8200	2,8200	0,2272	51,9772	2,2106	32,2106
3	0,45	5,7637	5,7637	0,9533	59,4533	4,7232	34,7232
4	0,68	8,8312	8,8312	2,2443	67,4943	7,5325	37,5325
5	0,90	12,0223	12,0223	4,1652	76,1652	10,6372	40,6372
6	1,13	15,3371	15,3371	6,7813	85,5313	14,0373	44,0373
7	1,35	18,7757	18,7757	10,1574	95,6574	17,7328	47,7328
8	1,57	22,3379	22,3379	14,3587	106,6087	21,7237	52,2367
9	1,80	26,0239	26,0239	19,4502	118,4502	26,0100	60,6778
10	2,02	29,8336	29,8336	25,4971	131,2471	30,5916	69,3630
11	2,25	33,7669	33,7669	32,5643	145,0643	35,4687	78,2924
12	2,48	37,8240	37,8240	40,7170	159,9670	40,6412	87,4661
13	2,70	42,0048	42,0048	50,0201	176,0201	46,1090	96,8842
14	2,93	46,3093	46,3093	60,5388	193,2888	51,8723	106,5468
15	3,15	50,7375	50,7375	72,3381	211,8381	57,9309	116,4539
16	3,38	55,2894	55,2894	85,4831	231,7331	64,2849	126,6058
17	3,60	59,9650	59,9650	100,0389	253,0389	70,9344	137,0024
18	3,83	64,7643	64,7643	116,0704	275,8204	77,8792	147,6438
19	4,05	69,6873	69,6873	133,6428	300,1428	85,1194	158,5300
20	4,28	74,7341	74,7341	152,8212	326,0712	92,6550	169,6613
21	4,50	79,9045	79,9045	173,6677	362,5420	100,4387	180,9984

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,23	2,8200	2,8200	0,1711	0,5092	1,7005	4,7010
3	0,45	5,7637	5,7637	0,7185	2,0669	3,6333	9,6091
4	0,68	8,8312	8,8312	1,6926	4,7172	5,7943	14,7125
5	0,90	12,0223	12,0223	3,1431	8,5021	8,1825	20,0084
6	1,13	15,3371	15,3371	5,1198	13,4635	10,7979	25,4969
7	1,35	18,7757	18,7757	7,6724	19,6434	13,6406	31,1781
8	1,57	22,3379	22,3379	10,8506	27,0836	16,7105	37,0521
9	1,80	26,0239	26,0239	14,7042	35,8263	20,0077	43,1189
10	2,02	29,8336	29,8336	19,2829	45,9134	23,5320	49,3787
11	2,25	33,7669	33,7669	24,6364	57,3869	27,2836	55,8315
12	2,48	37,8240	37,8240	30,8144	70,2888	31,2624	62,4773
13	2,70	42,0048	42,0048	37,8666	84,6613	35,4685	69,3163
14	2,93	46,3093	46,3093	45,8429	100,5463	39,9017	76,3485
15	3,15	50,7375	50,7375	54,7928	117,9859	44,5622	83,5739
16	3,38	55,2894	55,2894	64,7662	137,0223	49,4499	90,9927
17	3,60	59,9650	59,9650	75,8127	157,6975	54,5649	98,6047
18	3,83	64,7643	64,7643	87,9821	180,0536	59,9071	106,4102
19	4,05	69,6873	69,6873	101,3241	204,1327	65,4765	114,4090
20	4,28	74,7341	74,7341	115,8884	229,9771	71,2731	122,6014
21	4,50	79,9045	79,9045	131,7226	257,6268	77,2606	130,9563

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 238 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.
- Calcolo della portanza assiale e trasversale dei pali. Progetto e verifica delle armature dei pali inseriti.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 239 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

ALLEGATO

TABULATI DI CALCOLO MURO SOTTOSCARPA TIPO 3A

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 240 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno

- Verifica a ribaltamento

- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa

- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)

- Verifica della stabilità globale

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 241 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg\left[\left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) * \left(k_h / (1 \pm k_v)\right)\right]$$

Terreno a permeabilità elevata

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 242 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguito il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 243 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

- Q_T portanza totale del palo
- Q_P portanza di base del palo
- Q_L portanza per attrito laterale del palo
- W_P peso proprio del palo

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_P / \eta_p + Q_L / \eta_l - W_P$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_L / \eta_l + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_p (cN'_c + qN'_q + 1/2B\gamma N'_\gamma)$$

dove A_p è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso specifico del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c , N'_q , N'_γ sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 244 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_n \gamma \delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso specifico del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in Kg/cm²/cm che rappresenta la pressione (in Kg/cm²) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.

Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidezza assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che può essere risolto solo mediante una analisi al passo.

Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico. In particolare risulta automatico analizzare casi in cui si ha insufficiente portanza non per rottura del palo ma per rottura del terreno (vedi il caso di un palo molto rigido in un terreno molle).

Determinazione degli scarichi sul palo.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati (la scelta del vincolo viene fatta dall'Utente nella tabella CARATTERISTICHE del sottomenu PALI) a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidezza del palo K_e , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.

Nota la matrice di rigidezza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3x3) della palificata, K .

A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con p il vettore dei carichi e con u il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da K_h) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 245 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 2

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_γ	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniaxiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniaxiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica

	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 246 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Totale compressione	γ_t	1,00	1,60	1,30
Laterale trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	γ_T	1,00	1,60	1,30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate	3	$\xi_3=1,60$	$\xi_4=1,48$
------------------------------	---	--------------	--------------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 247 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Altezza del paramento	6,60 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,16 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,70 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	7,20 [m]

Muro a mensola in c.a.

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1,46 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3,88 [m]
Lunghezza totale fondazione	6,50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,30 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 248 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.	
Numero di file di pali	3
Vincolo pali/fondazione	Incastro
Tipo di portanza	Portanza di punta

Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr.	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [m]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	0,70	3	0,8000	18,00	0,00	Centrati
2	3,25	3	0,8000	18,00	0,00	Centrati
3	5,75	3	0,8000	18,00	0,00	Centrati

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 249 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

Calcestruzzo utilizzato per i pali

Classe di Resistenza	C32/40
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	40000 [kPa]
Modulo elastico E	33642648 [kPa]

Acciaio utilizzato per i pali

Tipo	B450C
Tensione ammissibile σ_{fa}	449936 [kPa]
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
 X ascissa del punto espressa in [m]
 Y ordinata del punto espressa in [m]
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	8,00	3,50	23,63
2	18,00	3,50	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz. valle-paramento	0,10	[m]

Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	-1,00	[m]
---	-------	-----

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Descrizione terreno	Indice del terreno
γ		Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s		Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ		Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ		Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 250 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

c Coesione espressa in [kPa]
 c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,33	0,0	0,0
Ecla	19,00	19,00	25,00	16,67	10,0	0,0
Salt	20,00	20,00	27,00	18,00	20,0	0,0
Ap/Pa	23,00	23,00	31,00	20,67	120,0	0,0

Parametri medi

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,33	0,0	0,0
Ecla	19,00	19,00	25,00	16,67	10,0	0,0
Salt	20,00	20,00	27,00	18,00	20,0	0,0
Ap/Pa	23,00	23,00	31,00	20,67	120,0	0,0

Parametri minimi

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	30,00	20,00	0,0	0,0
Ecla	19,00	19,00	25,00	16,67	10,0	0,0
Salt	20,00	20,00	27,00	18,00	20,0	0,0
Ap/Pa	23,00	23,00	31,00	20,67	120,0	0,0

Stratigrafia

Simbologia adottata

N Indice dello strato
 H Spessore dello strato espresso in [m]
 a Inclinazione espressa in [°]
 K_w Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
 K_s Coefficiente di spinta
 Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	Terreno
1	8,00	Rilevato
2	5,00	Ecla
3	2,00	Salt
4	20,00	Ap/Pa

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 251 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
D/C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (SOVRACCARICO STRADALE)

D	Profilo	$X_i=10,00$	$X_f=17,45$	$Q_i=60,0000$	$Q_f=20,0000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 252 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,00	0,75	0,75

Combinazione n° 8 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,00	1,00	1,00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 253 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Impostazioni analisi pali

<u>Numero elementi palo</u>	40
<u>Tipo carico palo</u>	Distribuito
<u>Calcolo della portanza</u>	metodo di Vesic
<u>Costante di Winkler</u>	da Strato

Criterio di rottura del sistema terreno-palo

Spostamento limite pari a 0,0150 m

Pressione limite passiva con moltiplicatore pari a 1,00

Andamento pressione verticale

Geostatica

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 254 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLIM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
2	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
3	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
4	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
5	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
6	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
7	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
8	SLER - [1]	--	--	--	--	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 255 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta a riposo

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	2.02 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.19
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 24.54$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 12.27$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.00 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento) 0,0
 Lunghezza del muro 7,20 [m]

Peso muro 341,3340 [kN]
 Baricentro del muro X=0,21 Y=-5,87

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 3,88	Y = -7,90
Punto superiore superficie di spinta	X = 3,88	Y = 1,70
Altezza della superficie di spinta	9,60	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00	[°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	573,6290	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	526,7153	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	227,2028	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,88	[m]	Y = -3,91	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	256 di 326

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,88	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,88	[m]				Y = -7,90		[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	578,0230	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,01	[m]				Y = -2,86		[m]
<u>Risultanti</u>								
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,7153	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1146,5598	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1146,5598	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,7153	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,62	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]						
Risultante in fondazione	1261,7561	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,67	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	706,7927	[kNm]						

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 257 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1781	1,2615	8,0065
3	0,66	8,6218	5,2465	16,9373
4	0,99	13,3312	12,2537	26,7792
5	1,32	18,3061	22,5785	37,5290
6	1,65	23,5467	36,5160	49,1866
7	1,98	29,0529	54,3615	61,7521
8	2,31	34,8246	76,4102	75,2255
9	2,64	40,8620	102,9571	89,6067
10	2,97	47,1651	134,2977	104,8958
11	3,30	53,7337	170,7269	121,0927
12	3,63	60,5679	212,5400	138,1975
13	3,96	67,6678	260,0323	156,2102
14	4,29	75,0332	313,4989	175,1307
15	4,62	82,6643	373,2349	194,9591
16	4,95	90,5610	439,5356	215,6953
17	5,28	98,7233	512,6962	237,3395
18	5,61	107,1512	593,0118	259,8914
19	5,94	115,8447	680,7777	283,3513
20	6,27	124,8038	776,2890	307,7190
21	6,60	134,0285	879,8282	332,8493

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 258 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 1

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,6819	0,5278	-17,3829	37,6259
2	0,17	-4,2805	12,3951	-128,3297	98,5870
3	0,35	-28,1135	30,1987	-132,0027	175,2139
4	0,55	-38,7470	64,1406	0,0000	279,3609
5	0,75	0,0000	115,2719	0,0000	478,5611
6	0,95	0,0000	179,5309	0,0000	814,3076
7	1,15	0,0000	276,0264	0,0000	1192,3188
8	1,46	0,0000	646,3122	0,0000	1165,6786
9	2,62	-1489,7807	0,0000	-720,7491	0,0000
10	2,85	-1311,7756	0,0000	-676,5884	0,0000
11	3,05	-1223,4718	0,0000	-575,2395	0,0000
12	3,25	-1134,9001	0,0000	-565,6549	0,0000
13	3,45	-1025,8007	0,0000	-644,8542	0,0000
14	3,65	-893,2239	0,0000	-777,7258	0,0000
15	3,87	-748,1560	0,0000	-657,7881	0,0000
16	4,09	-630,7693	0,0000	-568,6736	0,0000
17	4,31	-521,7032	0,0000	-500,6943	0,0000
18	4,52	-422,1066	0,0000	-441,4217	0,0000
19	4,74	-333,1116	0,0000	-385,2874	0,0000
20	4,96	-255,0403	0,0000	-331,6535	0,0000
21	5,18	-187,8751	0,0000	-283,8250	0,0000
22	5,40	-131,4330	0,0000	-237,4065	0,0000
23	5,60	-91,1103	0,0000	-195,4238	0,0000
24	5,80	-57,4368	0,0000	-158,3100	0,0000
25	6,00	-30,8518	0,0000	-123,8798	0,0000
26	6,20	-10,9844	0,0000	-90,5807	0,0000
27	6,50	0,0000	1,8526	-8,8911	0,0000

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-1,2024	3,4040	-27,4120	191,6113
2	0,40	-2,2402	23,0664	-260,0118	208,2535
3	0,80	-69,8169	2,6610	-591,5371	205,8666
4	1,20	-123,4871	0,0000	-201,8439	239,0263
5	1,60	-53,5364	3,1229	-157,4323	651,4072
6	2,00	0,0000	59,5213	-159,4857	310,3439
7	2,40	0,0000	81,1979	-81,6926	86,9009
8	2,80	0,0000	60,0330	-303,2307	153,1429
9	3,20	-51,3901	3,1235	-609,6752	151,1251
10	3,60	-116,3272	0,0000	-195,4157	195,4157
11	4,00	-51,3901	3,1235	-151,1251	609,6752
12	4,40	0,0000	60,0330	-153,1429	303,2307
13	4,80	0,0000	81,1979	-86,9009	81,6926
14	5,20	0,0000	59,5213	-310,3439	159,4857
15	5,60	-53,5364	3,1229	-651,4072	157,4323
16	6,00	-123,4871	0,0000	-239,0263	201,8439
17	6,40	-69,8169	2,6610	-205,8666	591,5371

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400	REL	01	A	259 di 326

18	6,80	-2,2402	23,0664	-208,2535	260,0118
19	7,20	-1,2024	3,4040	-191,6113	27,4120

COMBINAZIONE n° 2

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	620,3436	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	569,6095	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	245,7056	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,88	[m]	Y = -4,10	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,63	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,88	[m]	Y = -7,90	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	578,0230	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,01	[m]	Y = -2,86	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	569,6095	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1165,0626	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1165,0626	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	569,6095	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,61	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1296,8522	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,05	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	709,8031	[kNm]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 260 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1781	1,2615	8,0065
3	0,66	8,6218	5,2465	16,9373
4	0,99	13,3312	12,2537	26,7792
5	1,32	18,3061	22,5785	37,5290
6	1,65	23,5467	36,5160	49,1866
7	1,98	29,0529	54,3615	61,7521
8	2,31	34,8246	76,4102	75,2255
9	2,64	40,8620	102,9571	89,6067
10	2,97	47,1651	134,2977	104,8958
11	3,30	53,7337	170,7269	121,0927
12	3,63	60,5679	212,5400	138,1975
13	3,96	67,6678	260,0323	156,2102
14	4,29	75,0332	313,4989	175,1307
15	4,62	82,6643	373,2349	194,9591
16	4,95	90,5610	439,5356	215,6953
17	5,28	98,7233	512,6962	237,3395
18	5,61	107,1512	593,0118	259,8914
19	5,94	115,8447	680,7777	283,3513
20	6,27	124,8038	776,2890	307,7190
21	6,60	134,0285	879,8282	332,8493

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 261 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 2

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,7066	0,5423	-17,8862	38,8645
2	0,17	-4,4060	12,8111	-132,2724	101,9705
3	0,35	-28,9644	31,2385	-135,9429	181,2515
4	0,55	-39,8496	66,3704	0,0000	289,0023
5	0,75	0,0000	119,2894	0,0000	494,9179
6	0,95	0,0000	185,8004	0,0000	841,6701
7	1,15	0,0000	285,6297	0,0000	1232,0964
8	1,46	0,0000	668,3161	0,0000	1204,8986
9	2,62	-1521,7532	0,0000	-728,2744	0,0000
10	2,85	-1341,9750	0,0000	-684,0961	0,0000
11	3,05	-1253,1749	0,0000	-583,9113	0,0000
12	3,25	-1163,2998	0,0000	-574,8362	0,0000
13	3,45	-1052,4375	0,0000	-656,0234	0,0000
14	3,65	-917,5822	0,0000	-791,6752	0,0000
15	3,87	-769,8152	0,0000	-670,5056	0,0000
16	4,09	-649,9611	0,0000	-580,7972	0,0000
17	4,31	-538,3965	0,0000	-512,6132	0,0000
18	4,52	-436,2734	0,0000	-453,3232	0,0000
19	4,74	-344,7498	0,0000	-397,3198	0,0000
20	4,96	-264,1775	0,0000	-343,2776	0,0000
21	5,18	-194,6146	0,0000	-293,5242	0,0000
22	5,40	-135,9952	0,0000	-245,7403	0,0000
23	5,60	-92,9465	0,0000	-202,0549	0,0000
24	5,80	-57,8378	0,0000	-162,3246	0,0000
25	6,00	-30,5113	0,0000	-123,7390	0,0000
26	6,20	-10,7518	0,0000	-85,8781	0,0000
27	6,50	0,0000	1,8614	-6,5900	0,0000

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-1,2548	3,3672	-28,3157	197,7597
2	0,40	-2,0109	23,8058	-268,4849	214,9619
3	0,80	-72,0793	2,7186	-612,5270	212,5786
4	1,20	-127,4835	0,0000	-209,9416	248,6233
5	1,60	-55,2687	3,1827	-162,5617	674,0568
6	2,00	0,0000	61,4471	-164,6116	320,4663
7	2,40	0,0000	83,8250	-84,4044	89,7851
8	2,80	0,0000	61,9754	-313,1217	158,0629
9	3,20	-53,0526	3,1771	-630,9101	156,0486
10	3,60	-120,0907	0,0000	-203,2478	203,2478
11	4,00	-53,0526	3,1771	-156,0486	630,9101
12	4,40	0,0000	61,9754	-158,0629	313,1217
13	4,80	0,0000	83,8250	-89,7851	84,4044
14	5,20	0,0000	61,4471	-320,4663	164,6116
15	5,60	-55,2687	3,1827	-674,0568	162,5617
16	6,00	-127,4835	0,0000	-248,6233	209,9416
17	6,40	-72,0793	2,7186	-212,5786	612,5270

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	262 di 326

18	6,80	-2,0109	23,8058	-214,9619	268,4849
19	7,20	-1,2548	3,3672	-197,7597	28,3157

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	441,2530	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	405,1657	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	174,7714	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,88	[m]	Y = -3,91	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,88	[°]		
Incremento sismico della spinta	391,2898	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,88	[m]	Y = -3,10	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,13	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,88	[m]	Y = -7,90	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	578,0230	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,01	[m]	Y = -2,86	[m]
Inerzia del muro	83,7758	[kN]		
Inerzia verticale del muro	41,8879	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	141,8679	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	70,9339	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	990,0980	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1361,9322	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1361,9322	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	990,0980	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,78	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,42	[m]
Risultante in fondazione	1683,7914	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	36,02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	2417,5132	[kNm]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 263 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1781	3,4429	21,2026
3	0,66	8,6218	13,9396	43,1815
4	0,99	13,3312	31,7404	65,9264
5	1,32	18,3061	57,0929	89,4348
6	1,65	23,5467	90,2447	113,7068
7	1,98	29,0529	131,4434	138,7423
8	2,31	34,8246	180,9365	164,5414
9	2,64	40,8620	238,9717	191,1040
10	2,97	47,1651	305,7964	218,4302
11	3,30	53,7337	381,6583	246,5199
12	3,63	60,5679	466,8049	275,3732
13	3,96	67,6678	561,4838	304,9900
14	4,29	75,0332	665,9425	335,3703
15	4,62	82,6643	780,4287	366,5142
16	4,95	90,5610	905,1898	398,4217
17	5,28	98,7233	1040,4735	431,0927
18	5,61	107,1512	1186,5273	464,5272
19	5,94	115,8447	1343,5988	498,7253
20	6,27	124,8038	1511,9355	533,6869
21	6,60	134,0285	1691,7752	569,3004

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 264 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 3

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-1,2912	0,8848	-29,7437	68,0984
2	0,17	-7,3708	22,6352	-225,3594	181,8551
3	0,35	-49,0582	55,7897	-228,9963	323,8125
4	0,55	-65,8841	119,0218	0,0000	516,6498
5	0,75	0,0000	214,1560	0,0000	881,1008
6	0,95	0,0000	333,8436	0,0000	1487,7739
7	1,15	0,0000	512,3959	0,0000	2171,3719
8	1,46	0,0000	1187,8992	0,0000	2131,0129
9	2,62	-2464,6381	0,0000	-924,4227	0,0000
10	2,85	-2255,5017	0,0000	-887,4491	0,0000
11	3,05	-2139,8859	0,0000	-832,7772	0,0000
12	3,25	-2003,1795	0,0000	-836,9461	0,0000
13	3,45	-1839,6058	0,0000	-951,3740	0,0000
14	3,65	-1645,3618	0,0000	-1125,8486	0,0000
15	3,87	-1427,2540	0,0000	-997,7212	0,0000
16	4,09	-1237,9851	0,0000	-909,3164	0,0000
17	4,31	-1054,9576	0,0000	-851,2842	0,0000
18	4,52	-881,8293	0,0000	-806,6919	0,0000
19	4,74	-720,9144	0,0000	-776,0130	0,0000
20	4,96	-567,9463	0,0000	-757,1363	0,0000
21	5,18	-420,7226	0,0000	-763,5126	0,0000
22	5,40	-292,1870	0,0000	-805,5697	0,0000
23	5,60	-195,4921	0,0000	-594,9831	0,0000
24	5,80	-117,5417	0,0000	-397,7019	0,0000
25	6,00	-60,0296	0,0000	-269,1572	0,0000
26	6,20	-22,6333	0,1973	-168,3209	27,1770
27	6,50	0,0000	2,6548	-44,2346	7,1771

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-2,4929	4,6109	-49,6356	343,0420
2	0,40	-2,0499	41,2645	-468,5259	373,3891
3	0,80	-125,5003	66,3369	-1110,6979	371,0516
4	1,20	-221,8534	102,4941	-402,8423	477,7695
5	1,60	-96,1750	52,7235	-320,8458	1210,5744
6	2,00	-30,5222	106,9211	-285,6701	559,4502
7	2,40	-49,8334	145,8613	-148,3905	157,8403
8	2,80	-34,5972	107,8425	-546,6409	274,2595
9	3,20	-92,3100	43,9009	-1133,9976	301,1801
10	3,60	-208,9582	87,9020	-389,8535	389,8535
11	4,00	-92,3100	43,9009	-301,1801	1133,9976
12	4,40	-34,5972	107,8425	-274,2595	546,6409
13	4,80	-49,8334	145,8613	-157,8403	148,3905
14	5,20	-30,5222	106,9211	-559,4502	285,6701
15	5,60	-96,1750	52,7235	-1210,5744	320,8458
16	6,00	-221,8534	102,4941	-477,7695	402,8423
17	6,40	-125,5003	66,3369	-371,0516	1110,6979

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400	REL	01	A	265 di 326

18	6,80	-2,0499	41,2645	-373,3891	468,5259
19	7,20	-2,4929	4,6109	-343,0420	49,6356

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	441,2530	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	405,1657	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	174,7714	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,88	[m]	Y = -3,91	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,88	[°]		
Incremento sismico della spinta	313,4415	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,88	[m]	Y = -3,10	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	42,26	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,88	[m]	Y = -7,90	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	578,0230	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,01	[m]	Y = -2,86	[m]
Inerzia del muro	83,7758	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-41,8879	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	141,8679	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-70,9339	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	918,6164	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1105,4544	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1105,4544	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	918,6164	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	2,11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,41	[m]
Risultante in fondazione	1437,3188	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	39,73	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	2335,7467	[kNm]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 266 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1781	3,1248	19,2747
3	0,66	8,6218	12,6672	39,3257
4	0,99	13,3312	28,8775	60,1427
5	1,32	18,3061	52,0032	81,7232
6	1,65	23,5467	82,2921	104,0673
7	1,98	29,0529	119,9917	127,1749
8	2,31	34,8246	165,3495	151,0461
9	2,64	40,8620	218,6131	175,6808
10	2,97	47,1651	280,0300	201,0791
11	3,30	53,7337	349,8480	227,2409
12	3,63	60,5679	428,3144	254,1663
13	3,96	67,6678	515,6769	281,8552
14	4,29	75,0332	612,1831	310,3077
15	4,62	82,6643	718,0804	339,5237
16	4,95	90,5610	833,6165	369,5032
17	5,28	98,7233	959,0390	400,2463
18	5,61	107,1512	1094,5954	431,7529
19	5,94	115,8447	1240,5333	464,0231
20	6,27	124,8038	1397,1002	497,0569
21	6,60	134,0285	1564,5339	530,7424

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 267 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 4

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-1,1543	0,8046	-26,9703	61,2546
2	0,17	-6,6766	20,3349	-203,5643	163,1510
3	0,35	-44,3532	50,0410	-207,2063	290,4323
4	0,55	-59,7881	106,6934	0,0000	463,3477
5	0,75	0,0000	191,9428	0,0000	790,6811
6	0,95	0,0000	299,1791	0,0000	1336,4894
7	1,15	0,0000	459,2983	0,0000	1951,4398
8	1,46	0,0000	1066,2382	0,0000	1914,1618
9	2,62	-2636,3339	0,0000	-1001,5767	0,0000
10	2,85	-2409,6700	0,0000	-964,3982	0,0000
11	3,05	-2268,5776	0,0000	-913,3539	0,0000
12	3,25	-2110,9091	0,0000	-910,1787	0,0000
13	3,45	-1932,7419	0,0000	-999,7935	0,0000
14	3,65	-1731,0143	0,0000	-1134,2721	0,0000
15	3,87	-1506,6261	0,0000	-1021,3975	0,0000
16	4,09	-1307,1957	0,0000	-942,3579	0,0000
17	4,31	-1115,2347	0,0000	-888,1097	0,0000
18	4,52	-935,9806	0,0000	-848,2961	0,0000
19	4,74	-766,0662	0,0000	-819,7152	0,0000
20	4,96	-604,0739	0,0000	-803,7447	0,0000
21	5,18	-447,5839	0,0000	-815,4959	0,0000
22	5,40	-309,9851	0,0000	-866,1336	0,0000
23	5,60	-207,2968	0,0000	-637,6558	0,0000
24	5,80	-124,5173	0,0000	-424,1447	0,0000
25	6,00	-63,4952	0,0000	-286,6629	0,0000
26	6,20	-23,8826	1,0029	-179,3671	31,2729
27	6,50	0,0000	2,7517	-48,1444	11,7572

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-2,2030	4,1942	-44,6457	309,0140
2	0,40	-1,8619	37,1766	-421,6897	336,2912
3	0,80	-112,9917	73,9635	-993,7678	333,9469
4	1,20	-199,7566	114,0125	-357,4878	423,8317
5	1,60	-86,5968	58,9757	-363,7286	1084,7616
6	2,00	-33,1740	96,2733	-257,3222	503,4959
7	2,40	-54,6395	131,3355	-133,4131	141,9102
8	2,80	-37,8898	97,1027	-491,9663	247,0500
9	3,20	-83,1178	48,8849	-1016,0148	342,6290
10	3,60	-188,1498	97,4928	-345,9753	345,9753
11	4,00	-83,1178	48,8849	-342,6290	1016,0148
12	4,40	-37,8898	97,1027	-247,0500	491,9663
13	4,80	-54,6395	131,3355	-141,9102	133,4131
14	5,20	-33,1740	96,2733	-503,4959	257,3222
15	5,60	-86,5968	58,9757	-1084,7616	363,7286
16	6,00	-199,7566	114,0125	-423,8317	357,4878
17	6,40	-112,9917	73,9635	-333,9469	993,7678

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	268 di 326

18	6,80	-1,8619	37,1766	-336,2912	421,6897
19	7,20	-2,2030	4,1942	-309,0140	44,6457

COMBINAZIONE n° 5

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	441,2530	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	405,1657	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	174,7714	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,88	[m]	Y = -3,91	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,88	[°]		
Incremento sismico della spinta	391,2898	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,88	[m]	Y = -3,10	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,13	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,88	[m]	Y = -7,90	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	578,0230	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,01	[m]	Y = -2,86	[m]
Inerzia del muro	83,7758	[kN]		
Inerzia verticale del muro	41,8879	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	141,8679	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	70,9339	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	990,0980	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1361,9322	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1361,9322	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	990,0980	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,78	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,42	[m]
Risultante in fondazione	1683,7914	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	36,02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	2417,5132	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 269 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1781	3,4429	21,2026
3	0,66	8,6218	13,9396	43,1815
4	0,99	13,3312	31,7404	65,9264
5	1,32	18,3061	57,0929	89,4348
6	1,65	23,5467	90,2447	113,7068
7	1,98	29,0529	131,4434	138,7423
8	2,31	34,8246	180,9365	164,5414
9	2,64	40,8620	238,9717	191,1040
10	2,97	47,1651	305,7964	218,4302
11	3,30	53,7337	381,6583	246,5199
12	3,63	60,5679	466,8049	275,3732
13	3,96	67,6678	561,4838	304,9900
14	4,29	75,0332	665,9425	335,3703
15	4,62	82,6643	780,4287	366,5142
16	4,95	90,5610	905,1898	398,4217
17	5,28	98,7233	1040,4735	431,0927
18	5,61	107,1512	1186,5273	464,5272
19	5,94	115,8447	1343,5988	498,7253
20	6,27	124,8038	1511,9355	533,6869
21	6,60	134,0285	1691,7752	569,3004

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 270 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 5

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-1,2912	0,8848	-29,7437	68,0984
2	0,17	-7,3708	22,6352	-225,3594	181,8551
3	0,35	-49,0582	55,7897	-228,9963	323,8125
4	0,55	-65,8841	119,0218	0,0000	516,6498
5	0,75	0,0000	214,1560	0,0000	881,1008
6	0,95	0,0000	333,8436	0,0000	1487,7739
7	1,15	0,0000	512,3959	0,0000	2171,3719
8	1,46	0,0000	1187,8992	0,0000	2131,0129
9	2,62	-2464,6381	0,0000	-924,4227	0,0000
10	2,85	-2255,5017	0,0000	-887,4491	0,0000
11	3,05	-2139,8859	0,0000	-832,7772	0,0000
12	3,25	-2003,1795	0,0000	-836,9461	0,0000
13	3,45	-1839,6058	0,0000	-951,3740	0,0000
14	3,65	-1645,3618	0,0000	-1125,8486	0,0000
15	3,87	-1427,2540	0,0000	-997,7212	0,0000
16	4,09	-1237,9851	0,0000	-909,3164	0,0000
17	4,31	-1054,9576	0,0000	-851,2842	0,0000
18	4,52	-881,8293	0,0000	-806,6919	0,0000
19	4,74	-720,9144	0,0000	-776,0130	0,0000
20	4,96	-567,9463	0,0000	-757,1363	0,0000
21	5,18	-420,7226	0,0000	-763,5126	0,0000
22	5,40	-292,1870	0,0000	-805,5697	0,0000
23	5,60	-195,4921	0,0000	-594,9831	0,0000
24	5,80	-117,5417	0,0000	-397,7019	0,0000
25	6,00	-60,0296	0,0000	-269,1572	0,0000
26	6,20	-22,6333	0,1973	-168,3209	27,1770
27	6,50	0,0000	2,6548	-44,2346	7,1771

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-2,4929	4,6109	-49,6356	343,0420
2	0,40	-2,0499	41,2645	-468,5259	373,3891
3	0,80	-125,5003	66,3369	-1110,6979	371,0516
4	1,20	-221,8534	102,4941	-402,8423	477,7695
5	1,60	-96,1750	52,7235	-320,8458	1210,5744
6	2,00	-30,5222	106,9211	-285,6701	559,4502
7	2,40	-49,8334	145,8613	-148,3905	157,8403
8	2,80	-34,5972	107,8425	-546,6409	274,2595
9	3,20	-92,3100	43,9009	-1133,9976	301,1801
10	3,60	-208,9582	87,9020	-389,8535	389,8535
11	4,00	-92,3100	43,9009	-301,1801	1133,9976
12	4,40	-34,5972	107,8425	-274,2595	546,6409
13	4,80	-49,8334	145,8613	-157,8403	148,3905
14	5,20	-30,5222	106,9211	-559,4502	285,6701
15	5,60	-96,1750	52,7235	-1210,5744	320,8458
16	6,00	-221,8534	102,4941	-477,7695	402,8423
17	6,40	-125,5003	66,3369	-371,0516	1110,6979

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	271 di 326

18	6,80	-2,0499	41,2645	-373,3891	468,5259
19	7,20	-2,4929	4,6109	-343,0420	49,6356

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	441,2530	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	405,1657	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	174,7714	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,88	[m]	Y = -3,91	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,88	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,88	[m]	Y = -7,90	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	578,0230	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,01	[m]	Y = -2,86	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	405,1657	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1094,1284	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1094,1284	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	405,1657	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,36	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1166,7374	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,32	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	392,2480	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 272 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1781	0,9625	6,1588
3	0,66	8,6218	4,0036	13,0287
4	0,99	13,3312	9,3519	20,5994
5	1,32	18,3061	17,2338	28,8684
6	1,65	23,5467	27,8752	37,8358
7	1,98	29,0529	41,5023	47,5016
8	2,31	34,8246	58,3410	57,8657
9	2,64	40,8620	78,6175	68,9282
10	2,97	47,1651	102,5577	80,6890
11	3,30	53,7337	130,3878	93,1482
12	3,63	60,5679	162,3337	106,3058
13	3,96	67,6678	198,6216	120,1617
14	4,29	75,0332	239,4774	134,7159
15	4,62	82,6643	285,1274	149,9685
16	4,95	90,5610	335,7974	165,9195
17	5,28	98,7233	391,7136	182,5688
18	5,61	107,1512	453,1019	199,9165
19	5,94	115,8447	520,1886	217,9625
20	6,27	124,8038	593,1995	236,7069
21	6,60	134,0285	672,3510	256,0379

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 273 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 6

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,5504	0,4508	-14,7061	31,0455
2	0,17	-3,6136	10,1853	-107,3869	80,6150
3	0,35	-23,5937	24,6763	-111,0763	143,1449
4	0,55	-32,8910	52,2975	0,0000	228,1491
5	0,75	0,0000	93,9332	0,0000	391,6769
6	0,95	0,0000	146,2310	0,0000	668,9725
7	1,15	0,0000	225,0191	0,0000	981,0432
8	1,46	0,0000	529,4405	0,0000	957,3657
9	2,62	-875,0474	0,0000	-478,9374	76,7981
10	2,85	-749,0085	0,0000	-444,8417	103,2517
11	3,05	-701,6190	0,0000	-335,9497	0,0000
12	3,25	-658,6953	0,0000	-336,0718	0,0000
13	3,45	-594,8343	0,0000	-407,5250	0,0000
14	3,65	-507,2729	0,0000	-545,1258	0,0000
15	3,87	-410,3318	0,0000	-440,7158	0,0000
16	4,09	-338,6284	0,0000	-362,4108	0,0000
17	4,31	-273,2330	0,0000	-304,1712	0,0000
18	4,52	-215,3033	0,0000	-253,8736	0,0000
19	4,74	-165,8386	0,0000	-207,6288	0,0000
20	4,96	-124,9187	0,0000	-175,2911	0,0000
21	5,18	-91,8985	0,0000	-146,7307	0,0000
22	5,40	-68,4836	0,0000	-121,3775	0,0000
23	5,60	-56,7701	0,0000	-100,6063	0,0000
24	5,80	-42,4167	0,0000	-85,1418	0,0000
25	6,00	-27,6507	0,0000	-94,4809	0,0000
26	6,20	-10,8253	0,0000	-107,7952	0,0000
27	6,50	0,0000	1,5593	-22,3744	0,0629

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,9239	3,0368	-22,6089	158,9674
2	0,40	-5,0114	19,1394	-215,0033	172,6247
3	0,80	-57,8008	2,4117	-480,3421	170,2139
4	1,20	-102,2601	0,0000	-159,0308	188,3440
5	1,60	-44,3352	2,9020	-130,1854	531,3032
6	2,00	0,0000	49,2927	-132,2622	256,5746
7	2,40	0,0000	67,2438	-67,2827	71,5754
8	2,80	0,0000	49,7160	-250,6902	127,0131
9	3,20	-42,5598	2,9550	-497,0825	124,9717
10	3,60	-96,3380	0,0000	-154,0104	154,0104
11	4,00	-42,5598	2,9550	-124,9717	497,0825
12	4,40	0,0000	49,7160	-127,0131	250,6902
13	4,80	0,0000	67,2438	-71,5754	67,2827
14	5,20	0,0000	49,2927	-256,5746	132,2622
15	5,60	-44,3352	2,9020	-531,3032	130,1854
16	6,00	-102,2601	0,0000	-188,3440	159,0308
17	6,40	-57,8008	2,4117	-170,2139	480,3421

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	274 di 326

18	6,80	-5,0114	19,1394	-172,6247	215,0033
19	7,20	-0,9239	3,0368	-158,9674	22,6089

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	463,0854	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	425,2125	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	183,4188	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,88	[m]	Y = -4,04	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,44	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,88	[m]	Y = -7,90	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	578,0230	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,01	[m]	Y = -2,86	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	425,2125	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1102,7757	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1102,7757	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	425,2125	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,35	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1181,9137	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21,09	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	390,5158	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 275 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1781	0,9625	6,1588
3	0,66	8,6218	4,0036	13,0287
4	0,99	13,3312	9,3519	20,5994
5	1,32	18,3061	17,2338	28,8684
6	1,65	23,5467	27,8752	37,8358
7	1,98	29,0529	41,5023	47,5016
8	2,31	34,8246	58,3410	57,8657
9	2,64	40,8620	78,6175	68,9282
10	2,97	47,1651	102,5577	80,6890
11	3,30	53,7337	130,3878	93,1482
12	3,63	60,5679	162,3337	106,3058
13	3,96	67,6678	198,6216	120,1617
14	4,29	75,0332	239,4774	134,7159
15	4,62	82,6643	285,1274	149,9685
16	4,95	90,5610	335,7974	165,9195
17	5,28	98,7233	391,7136	182,5688
18	5,61	107,1512	453,1019	199,9165
19	5,94	115,8447	520,1886	217,9625
20	6,27	124,8038	593,1995	236,7069
21	6,60	134,0285	672,3510	256,0379

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 276 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 7

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,5613	0,4572	-14,9290	31,5932
2	0,17	-3,6691	10,3692	-109,1296	82,1105
3	0,35	-23,9698	25,1358	-112,8174	145,8133
4	0,55	-33,3782	53,2829	0,0000	232,4104
5	0,75	0,0000	95,7087	0,0000	398,9067
6	0,95	0,0000	149,0018	0,0000	681,0653
7	1,15	0,0000	229,2631	0,0000	998,6225
8	1,46	0,0000	539,1649	0,0000	974,6984
9	2,62	-888,1649	0,0000	-481,9586	77,1856
10	2,85	-761,3958	0,0000	-447,8493	103,6424
11	3,05	-713,8570	0,0000	-338,9985	0,0000
12	3,25	-670,4429	0,0000	-339,4952	0,0000
13	3,45	-605,8764	0,0000	-412,0009	0,0000
14	3,65	-517,3684	0,0000	-550,9874	0,0000
15	3,87	-419,2976	0,0000	-446,0490	0,0000
16	4,09	-346,5753	0,0000	-367,4635	0,0000
17	4,31	-280,1462	0,0000	-309,1235	0,0000
18	4,52	-221,1702	0,0000	-258,8101	0,0000
19	4,74	-170,6581	0,0000	-212,2304	0,0000
20	4,96	-128,7023	0,0000	-179,4506	0,0000
21	5,18	-94,6892	0,0000	-150,5079	0,0000
22	5,40	-70,2007	0,0000	-124,6342	0,0000
23	5,60	-57,5299	0,0000	-103,2706	0,0000
24	5,80	-42,5827	0,0000	-87,6216	0,0000
25	6,00	-27,5099	0,0000	-95,0492	0,0000
26	6,20	-10,7291	0,0000	-106,3155	0,0000
27	6,50	0,0000	1,5548	-21,7861	0,0000

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,9470	3,0216	-23,0088	161,6825
2	0,40	-4,9126	19,4661	-218,7487	175,5890
3	0,80	-58,8006	2,4378	-489,5719	173,1806
4	1,20	-104,0263	0,0000	-162,5779	192,5388
5	1,60	-45,1008	2,9294	-132,4527	541,2813
6	2,00	0,0000	50,1438	-134,5272	261,0489
7	2,40	0,0000	68,4049	-68,4822	72,8511
8	2,80	0,0000	50,5744	-255,0623	129,1870
9	3,20	-43,2946	2,9799	-506,4359	127,1480
10	3,60	-98,0012	0,0000	-157,4406	157,4406
11	4,00	-43,2946	2,9799	-127,1480	506,4359
12	4,40	0,0000	50,5744	-129,1870	255,0623
13	4,80	0,0000	68,4049	-72,8511	68,4822
14	5,20	0,0000	50,1438	-261,0489	134,5272
15	5,60	-45,1008	2,9294	-541,2813	132,4527
16	6,00	-104,0263	0,0000	-192,5388	162,5779
17	6,40	-58,8006	2,4378	-173,1806	489,5719

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	277 di 326

18	6,80	-4,9126	19,4661	-175,5890	218,7487
19	7,20	-0,9470	3,0216	-161,6825	23,0088

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	471,6845	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	433,1083	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	186,8247	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,88	[m]	Y = -4,08	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,94	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,88	[m]	Y = -7,90	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	578,0230	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,01	[m]	Y = -2,86	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	433,1083	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1106,1817	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1106,1817	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	433,1083	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,35	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1187,9481	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21,38	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	392,6349	[kNm]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 278 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1781	0,9625	6,1588
3	0,66	8,6218	4,0036	13,0287
4	0,99	13,3312	9,3519	20,5994
5	1,32	18,3061	17,2338	28,8684
6	1,65	23,5467	27,8752	37,8358
7	1,98	29,0529	41,5023	47,5016
8	2,31	34,8246	58,3410	57,8657
9	2,64	40,8620	78,6175	68,9282
10	2,97	47,1651	102,5577	80,6890
11	3,30	53,7337	130,3878	93,1482
12	3,63	60,5679	162,3337	106,3058
13	3,96	67,6678	198,6216	120,1617
14	4,29	75,0332	239,4774	134,7159
15	4,62	82,6643	285,1274	149,9685
16	4,95	90,5610	335,7974	165,9195
17	5,28	98,7233	391,7136	182,5688
18	5,61	107,1512	453,1019	199,9165
19	5,94	115,8447	520,1886	217,9625
20	6,27	124,8038	593,1995	236,7069
21	6,60	134,0285	672,3510	256,0379

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 279 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 8

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,5662	0,4600	-15,0283	31,8370
2	0,17	-3,6938	10,4510	-109,9054	82,7763
3	0,35	-24,1372	25,3404	-113,5925	147,0012
4	0,55	-33,5952	53,7216	0,0000	234,3074
5	0,75	0,0000	96,4991	0,0000	402,1253
6	0,95	0,0000	150,2353	0,0000	686,4490
7	1,15	0,0000	231,1526	0,0000	1006,4487
8	1,46	0,0000	543,4941	0,0000	982,4149
9	2,62	-894,9601	0,0000	-483,5962	76,8190
10	2,85	-767,8155	0,0000	-449,4760	103,2317
11	3,05	-720,1442	0,0000	-340,7064	0,0000
12	3,25	-676,4309	0,0000	-341,3612	0,0000
13	3,45	-611,4809	0,0000	-414,3248	0,0000
14	3,65	-522,4946	0,0000	-553,8479	0,0000
15	3,87	-423,8613	0,0000	-448,6913	0,0000
16	4,09	-350,6178	0,0000	-369,9985	0,0000
17	4,31	-283,6620	0,0000	-311,6237	0,0000
18	4,52	-224,1539	0,0000	-261,3109	0,0000
19	4,74	-173,1093	0,0000	-214,5720	0,0000
20	4,96	-130,6269	0,0000	-181,5706	0,0000
21	5,18	-96,1088	0,0000	-152,4316	0,0000
22	5,40	-71,0755	0,0000	-126,2920	0,0000
23	5,60	-57,9169	0,0000	-104,6259	0,0000
24	5,80	-42,6672	0,0000	-88,8527	0,0000
25	6,00	-27,4381	0,0000	-95,3226	0,0000
26	6,20	-10,6800	0,0000	-105,5557	0,0000
27	6,50	0,0000	1,5526	-21,4836	0,0000

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-0,9574	3,0139	-23,1868	162,8913
2	0,40	-4,8590	19,6116	-220,4160	176,9087
3	0,80	-59,2457	2,4488	-493,6824	174,5013
4	1,20	-104,8126	0,0000	-164,1581	194,4077
5	1,60	-45,4416	2,9406	-133,4621	545,7245
6	2,00	0,0000	50,5227	-135,5355	263,0408
7	2,40	0,0000	68,9218	-69,0162	73,4190
8	2,80	0,0000	50,9566	-257,0086	130,1549
9	3,20	-43,6217	2,9898	-510,6010	128,1169
10	3,60	-98,7416	0,0000	-158,9687	158,9687
11	4,00	-43,6217	2,9898	-128,1169	510,6010
12	4,40	0,0000	50,9566	-130,1549	257,0086
13	4,80	0,0000	68,9218	-73,4190	69,0162
14	5,20	0,0000	50,5227	-263,0408	135,5355
15	5,60	-45,4416	2,9406	-545,7245	133,4621
16	6,00	-104,8126	0,0000	-194,4077	164,1581
17	6,40	-59,2457	2,4488	-174,5013	493,6824



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 280 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

18	6,80	-4,8590	19,6116	-176,9087	220,4160
19	7,20	-0,9574	3,0139	-162,8913	23,1868

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 281 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1781	4,1781	1,2615	3,4429	8,0065	21,2026
3	0,66	8,6218	8,6218	5,2465	13,9396	16,9373	43,1815
4	0,99	13,3312	13,3312	12,2537	31,7404	26,7792	65,9264
5	1,32	18,3061	18,3061	22,5785	57,0929	37,5290	89,4348
6	1,65	23,5467	23,5467	36,5160	90,2447	49,1866	113,7068
7	1,98	29,0529	29,0529	54,3615	131,4434	61,7521	138,7423
8	2,31	34,8246	34,8246	76,4102	180,9365	75,2255	164,5414
9	2,64	40,8620	40,8620	102,9571	238,9717	89,6067	191,1040
10	2,97	47,1651	47,1651	134,2977	305,7964	104,8958	218,4302
11	3,30	53,7337	53,7337	170,7269	381,6583	121,0927	246,5199
12	3,63	60,5679	60,5679	212,5400	466,8049	138,1975	275,3732
13	3,96	67,6678	67,6678	260,0323	561,4838	156,2102	304,9900
14	4,29	75,0332	75,0332	313,4989	665,9425	175,1307	335,3703
15	4,62	82,6643	82,6643	373,2349	780,4287	194,9591	366,5142
16	4,95	90,5610	90,5610	439,5356	905,1898	215,6953	398,4217
17	5,28	98,7233	98,7233	512,6962	1040,4735	237,3395	431,0927
18	5,61	107,1512	107,1512	593,0118	1186,5273	259,8914	464,5272
19	5,94	115,8447	115,8447	680,7777	1343,5988	283,3513	498,7253
20	6,27	124,8038	124,8038	776,2890	1511,9355	307,7190	533,6869
21	6,60	134,0285	134,0285	879,8282	1691,7752	332,8493	569,3004

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1781	4,1781	0,9625	0,9625	6,1588	6,1588
3	0,66	8,6218	8,6218	4,0036	4,0036	13,0287	13,0287
4	0,99	13,3312	13,3312	9,3519	9,3519	20,5994	20,5994
5	1,32	18,3061	18,3061	17,2338	17,2338	28,8684	28,8684
6	1,65	23,5467	23,5467	27,8752	27,8752	37,8358	37,8358
7	1,98	29,0529	29,0529	41,5023	41,5023	47,5016	47,5016
8	2,31	34,8246	34,8246	58,3410	58,3410	57,8657	57,8657
9	2,64	40,8620	40,8620	78,6175	78,6175	68,9282	68,9282
10	2,97	47,1651	47,1651	102,5577	102,5577	80,6890	80,6890
11	3,30	53,7337	53,7337	130,3878	130,3878	93,1482	93,1482
12	3,63	60,5679	60,5679	162,3337	162,3337	106,3058	106,3058
13	3,96	67,6678	67,6678	198,6216	198,6216	120,1617	120,1617
14	4,29	75,0332	75,0332	239,4774	239,4774	134,7159	134,7159
15	4,62	82,6643	82,6643	285,1274	285,1274	149,9685	149,9685
16	4,95	90,5610	90,5610	335,7974	335,7974	165,9195	165,9195
17	5,28	98,7233	98,7233	391,7136	391,7136	182,5688	182,5688
18	5,61	107,1512	107,1512	453,1019	453,1019	199,9165	199,9165
19	5,94	115,8447	115,8447	520,1886	520,1886	217,9625	217,9625
20	6,27	124,8038	124,8038	593,1995	593,1995	236,7069	236,7069
21	6,60	134,0285	134,0285	672,3510	672,3510	256,0379	256,0379

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 282 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.
- Calcolo della portanza assiale e trasversale dei pali. Progetto e verifica delle armature dei pali inseriti.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 283 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

ALLEGATO

TABULATI DI CALCOLO MURO SOTTOSCARPA TIPO 3B

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 284 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
- Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
- Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
- Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
- Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
- Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
- Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
 - Verifica a ribaltamento
 - Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
 - Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
 - Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 285 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg\left[\left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) * \left(k_h / (1 \pm k_v)\right)\right]$$

Terreno a permeabilità elevata

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 286 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguito il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 287 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

- Q_T portanza totale del palo
- Q_P portanza di base del palo
- Q_L portanza per attrito laterale del palo
- W_P peso proprio del palo

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_P / \eta_p + Q_L / \eta_l - W_P$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_L / \eta_l + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_p (cN'_c + qN'_q + 1/2B\gamma N'_\gamma)$$

dove A_p è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso specifico del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c , N'_q , N'_γ sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 288 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_n \tan \delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso specifico del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.

Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidità assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{\max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che può essere risolto solo mediante una analisi al passo.

Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico. In particolare risulta automatico analizzare casi in cui si ha insufficiente portanza non per rottura del palo ma per rottura del terreno (vedi il caso di un palo molto rigido in un terreno molle).

Determinazione degli scarichi sul palo.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidità.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati (la scelta del vincolo viene fatta dall'Utente nella tabella CARATTERISTICHE del sottomenu PALI) a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidità del palo K_e , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.

Nota la matrice di rigidità di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3×3) della palificata, K .

A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con p il vettore dei carichi e con u il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da K_h) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 289 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 2

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_γ	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniaxiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniaxiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica

	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 290 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Totale compressione	γ_t	1,00	1,60	1,30
Laterale trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	γ_T	1,00	1,60	1,30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate	3	$\xi_3=1,60$	$\xi_4=1,48$
------------------------------	---	--------------	--------------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 291 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Altezza del paramento	8,30 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,33 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,70 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	7,20 [m]

Muro a mensola in c.a.

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1,39 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3,78 [m]
Lunghezza totale fondazione	6,50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,30 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 292 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.	
Numero di file di pali	3
Vincolo pali/fondazione	Incastro
Tipo di portanza	Portanza di punta

Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr.	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [m]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	0,70	3	0,8000	20,00	0,00	Centrati
2	3,25	3	0,8000	20,00	0,00	Centrati
3	5,75	3	0,8000	20,00	0,00	Centrati

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 293 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico 24,517 [kN/mc]

Classe di Resistenza C25/30

Resistenza caratteristica a compressione R_{ck} 30000 [kPa]

Modulo elastico E 31447048 [kPa]

Acciaio

Tipo B450C

Tensione di snervamento σ_{fa} 449936 [kPa]

Calcestruzzo utilizzato per i pali

Classe di Resistenza C32/40

Resistenza caratteristica a compressione R_{ck} 40000 [kPa]

Modulo elastico E 33642648 [kPa]

Acciaio utilizzato per i pali

Tipo B450C

Tensione ammissibile σ_{fa} 449936 [kPa]

Tensione di snervamento σ_{fa} 449936 [kPa]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	8,00	3,50	23,63
2	18,00	3,50	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0,00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0,00 [m]

Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione -1,00 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 294 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

c Coesione espressa in [kPa]
 c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	35.00	23.33	0,0	0,0
Ecla	19,00	19,00	25.00	16.67	10,0	0,0
Salt	20,00	20,00	27.00	18.00	20,0	0,0
Ap/Pa	23,00	23,00	31.00	20.67	120,0	0,0

Parametri medi

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	35.00	23.33	0,0	0,0
Ecla	19,00	19,00	25.00	16.67	10,0	0,0
Salt	20,00	20,00	27.00	18.00	20,0	0,0
Ap/Pa	23,00	23,00	31.00	20.67	120,0	0,0

Parametri minimi

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	30.00	20.00	0,0	0,0
Ecla	19,00	19,00	25.00	16.67	10,0	0,0
Salt	20,00	20,00	27.00	18.00	20,0	0,0
Ap/Pa	23,00	23,00	31.00	20.67	120,0	0,0

Stratigrafia

Simbologia adottata

N Indice dello strato
 H Spessore dello strato espresso in [m]
 a Inclinazione espressa in [°]
 K_w Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
 K_s Coefficiente di spinta
 Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	Terreno
1	9,70	Rilevato
2	4,00	Ecla
3	2,00	Salt
4	20,00	Ap/Pa

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 295 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
D/C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (SOVRACCARICO STRADALE)

D	Profilo	$X_i=10,00$	$X_f=17,45$	$Q_i=60,0000$	$Q_f=20,0000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 296 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,00	0,75	0,75

Combinazione n° 8 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1,00	1,00	1,00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 297 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Impostazioni analisi pali

<u>Numero elementi palo</u>	40
<u>Tipo carico palo</u>	Distribuito
<u>Calcolo della portanza</u>	metodo di Vesic
<u>Costante di Winkler</u>	da Strato

Criterio di rottura del sistema terreno-palo

Spostamento limite pari a 0,0150 m

Pressione limite passiva con moltiplicatore pari a 1,00

Andamento pressione verticale

Geostatica

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 298 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLIM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
2	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
3	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
4	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
5	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
6	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
7	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
8	SLER - [1]	--	--	--	--	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 299 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta a riposo

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g

2.06 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.19

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 24.54$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 12.27$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

0.00 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.00$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)

0,0

Lunghezza del muro

7,20 [m]

Peso muro

393,1562 [kN]

Baricentro del muro

X=0,05 Y=-6,98

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 3,78 Y = -9,60

Punto superiore superficie di spinta

X = 3,78 Y = 1,65

Altezza della superficie di spinta

11,25 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica

773,0415 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

709,8191 [kN]

Componente verticale della spinta statica

306,1861 [kN]

Punto d'applicazione della spinta

X = 3,78 [m]

Y = -4,92 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie

23,33 [°]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	300 di 326

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,07	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,78	[m]				Y = -9,60		[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	689,9918	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,95	[m]				Y = -3,72		[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	709,8191	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1389,3340	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1389,3340	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	709,8191	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,11	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	6,42	[m]						
Risultante in fondazione	1560,1577	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27,06	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1540,6860	[kNm]						



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 301 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,42	5,2973	2,3564	11,8608
3	0,83	11,0147	9,8228	25,1767
4	1,25	17,1521	22,9912	39,9322
5	1,66	23,7096	42,4491	56,1234
6	2,08	30,6872	68,7835	73,7505
7	2,49	38,0848	102,5816	92,8133
8	2,91	45,9025	144,4305	113,3119
9	3,32	54,1403	194,9171	135,2463
10	3,74	62,7981	254,6287	158,6164
11	4,15	71,8760	324,1523	183,4224
12	4,57	81,3740	404,0749	209,6641
13	4,98	91,2920	494,9838	237,3416
14	5,40	101,6301	597,4660	266,4549
15	5,81	112,3883	712,1085	297,0039
16	6,23	123,5665	839,4985	328,9888
17	6,64	135,1647	980,2203	362,3839
18	7,06	147,1831	1134,7976	396,8420
19	7,47	159,6215	1303,5259	431,7262
20	7,89	172,4800	1486,5142	466,8367
21	8,30	185,7585	1683,8548	502,1973

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 302 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 1

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-1,0273	0,7138	-26,2395	56,8845
2	0,17	-4,9413	18,7547	-177,3857	141,7091
3	0,35	-41,0786	44,5572	-181,0514	248,1965
4	0,55	-54,5631	92,6998	0,0000	406,3635
5	0,75	0,0000	164,0125	0,0000	717,6067
6	0,95	0,0000	254,8166	0,0000	1213,0158
7	1,15	0,0000	427,5229	0,0000	1800,9124
8	1,39	0,0000	888,7177	0,0000	1793,6466
9	2,72	-2160,8493	0,0000	-1025,4116	0,0000
10	2,85	-2019,4144	0,0000	-993,8697	0,0000
11	3,05	-1865,2275	0,0000	-875,4577	0,0000
12	3,25	-1735,2747	0,0000	-844,1401	0,0000
13	3,45	-1577,1022	0,0000	-910,0626	0,0000
14	3,65	-1389,3876	0,0000	-1077,7112	0,0000
15	3,87	-1181,1969	0,0000	-933,4970	0,0000
16	4,09	-1007,3731	0,0000	-827,9304	0,0000
17	4,30	-844,0109	0,0000	-749,9781	0,0000
18	4,52	-691,6848	0,0000	-681,7301	0,0000
19	4,74	-551,9591	0,0000	-618,2988	0,0000
20	4,96	-427,0399	0,0000	-562,9493	0,0000
21	5,18	-316,4238	0,0000	-514,2968	0,0000
22	5,40	-221,1529	0,0000	-477,3367	0,0000
23	5,60	-148,3598	0,0000	-374,6317	0,0000
24	5,80	-89,7600	0,0000	-276,1507	0,0000
25	6,00	-45,9272	0,0000	-191,7550	0,0000
26	6,20	-16,8269	0,0000	-117,5479	0,0000
27	6,50	0,0000	2,5613	-20,4930	0,0000

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-1,9563	3,9318	-33,6038	302,5868
2	0,40	-0,1312	32,8073	-348,1573	363,9562
3	0,80	-90,0514	18,2571	-899,7556	361,6567
4	1,20	-163,2272	27,4940	-347,4234	407,7230
5	1,60	-70,2486	13,8568	-302,4752	963,8843
6	2,00	-8,5320	79,9322	-304,6287	414,3868
7	2,40	-13,6472	108,7913	-129,9463	120,7927
8	2,80	-9,5351	80,2156	-407,1314	295,1304
9	3,20	-68,4069	11,5229	-905,4263	293,0032
10	3,60	-155,6584	23,4006	-332,3673	332,3673
11	4,00	-68,4069	11,5229	-293,0032	905,4263
12	4,40	-9,5351	80,2156	-295,1304	407,1314
13	4,80	-13,6472	108,7913	-120,7927	129,9463
14	5,20	-8,5320	79,9322	-414,3868	304,6287
15	5,60	-70,2486	13,8568	-963,8843	302,4752
16	6,00	-163,2272	27,4940	-407,7230	347,4234
17	6,40	-90,0514	18,2571	-361,6567	899,7556



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400	REL	01	A	303 di 326

18	6,80	-0,1312	32,8073	-363,9562	348,1573
19	7,20	-1,9563	3,9318	-302,5868	33,6038

COMBINAZIONE n° 2

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	843,5006	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	774,5158	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	334,0935	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,78	[m]	Y = -5,12	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,76	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,78	[m]	Y = -9,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	689,9918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,95	[m]	Y = -3,72	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	774,5158	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1417,2414	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1417,2414	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	774,5158	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,37	[m]
Risultante in fondazione	1615,0690	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	28,66	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1594,1697	[kNm]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 304 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,42	5,2973	2,3564	11,8608
3	0,83	11,0147	9,8228	25,1767
4	1,25	17,1521	22,9912	39,9322
5	1,66	23,7096	42,4491	56,1234
6	2,08	30,6872	68,7835	73,7505
7	2,49	38,0848	102,5816	92,8133
8	2,91	45,9025	144,4305	113,3119
9	3,32	54,1403	194,9171	135,2463
10	3,74	62,7981	254,6287	158,6164
11	4,15	71,8760	324,1523	183,4224
12	4,57	81,3740	404,0749	209,6641
13	4,98	91,2920	494,9838	237,3416
14	5,40	101,6301	597,4660	266,4549
15	5,81	112,3883	712,1085	297,0039
16	6,23	123,5665	839,4985	328,9888
17	6,64	135,1647	980,2203	362,3839
18	7,06	147,1831	1134,7976	396,8420
19	7,47	159,6215	1303,5259	431,7262
20	7,89	172,4800	1486,5142	466,8367
21	8,30	185,7585	1683,8548	502,1973

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 305 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 2

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-1,0750	0,7411	-27,2905	59,3531
2	0,17	-5,1367	19,5817	-184,7397	148,0616
3	0,35	-42,7684	46,5577	-188,4029	259,3642
4	0,55	-56,7101	96,8937	0,0000	424,6472
5	0,75	0,0000	171,4522	0,0000	749,6304
6	0,95	0,0000	266,3935	0,0000	1266,5549
7	1,15	0,0000	446,8173	0,0000	1879,9984
8	1,39	0,0000	928,2787	0,0000	1872,7323
9	2,72	-2234,8258	0,0000	-1044,7221	0,0000
10	2,85	-2091,2098	0,0000	-1013,1520	0,0000
11	3,05	-1935,5659	0,0000	-898,6268	0,0000
12	3,25	-1801,8134	0,0000	-867,6523	0,0000
13	3,45	-1639,0766	0,0000	-936,0848	0,0000
14	3,65	-1445,9056	0,0000	-1108,1786	0,0000
15	3,87	-1231,4416	0,0000	-962,1043	0,0000
16	4,09	-1051,8530	0,0000	-855,4234	0,0000
17	4,30	-882,6861	0,0000	-777,2673	0,0000
18	4,52	-724,5115	0,0000	-709,1264	0,0000
19	4,74	-578,9269	0,0000	-646,7884	0,0000
20	4,96	-448,5813	0,0000	-593,0041	0,0000
21	5,18	-332,6482	0,0000	-547,4867	0,0000
22	5,40	-232,5080	0,0000	-516,1103	0,0000
23	5,60	-155,9500	0,0000	-402,2542	0,0000
24	5,80	-94,2889	0,0000	-293,5246	0,0000
25	6,00	-48,2309	0,0000	-202,8582	0,0000
26	6,20	-17,7174	0,0000	-124,7128	0,0000
27	6,50	0,0000	2,6336	-23,1948	0,0000

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-2,0584	3,9685	-35,0661	315,5362
2	0,40	-0,0735	34,2105	-363,2113	379,5781
3	0,80	-93,9302	22,6210	-941,5018	377,2818
4	1,20	-170,2517	34,2561	-364,8548	428,3140
5	1,60	-73,2714	17,3587	-315,5395	1007,8491
6	2,00	-10,5060	83,3717	-317,6897	432,3180
7	2,40	-16,9036	113,4725	-135,4857	125,9391
8	2,80	-11,8016	83,6673	-424,7495	307,7814
9	3,20	-71,3501	14,4092	-946,7583	305,6575
10	3,60	-162,3559	29,1704	-349,0419	349,0419
11	4,00	-71,3501	14,4092	-305,6575	946,7583
12	4,40	-11,8016	83,6673	-307,7814	424,7495
13	4,80	-16,9036	113,4725	-125,9391	135,4857
14	5,20	-10,5060	83,3717	-432,3180	317,6897
15	5,60	-73,2714	17,3587	-1007,8491	315,5395
16	6,00	-170,2517	34,2561	-428,3140	364,8548
17	6,40	-93,9302	22,6210	-377,2818	941,5018

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	306 di 326

18	6,80	-0,0735	34,2105	-379,5781	363,2113
19	7,20	-2,0584	3,9685	-315,5362	35,0661

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	594,6473	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	546,0147	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	235,5278	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,78	[m]	Y = -4,92	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,07	[°]		
Incremento sismico della spinta	521,9384	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,78	[m]	Y = -3,97	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,32	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,78	[m]	Y = -9,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	689,9918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,95	[m]	Y = -3,72	[m]
Inerzia del muro	96,4948	[kN]		
Inerzia verticale del muro	48,2474	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	169,3491	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	84,6746	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1291,1109	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1658,3269	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1658,3269	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1291,1109	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	2,52	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,19	[m]
Risultante in fondazione	2101,6697	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	37,90	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4180,0614	[kNm]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 307 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,42	5,2973	6,0917	29,8233
3	0,83	11,0147	24,6994	60,8690
4	1,25	17,1521	56,3194	93,1251
5	1,66	23,7096	101,4443	126,5888
6	2,08	30,6872	160,5665	161,2601
7	2,49	38,0848	234,1782	197,1389
8	2,91	45,9025	322,7720	234,2252
9	3,32	54,1403	426,8402	272,5191
10	3,74	62,7981	546,8751	312,0205
11	4,15	71,8760	683,3692	352,7295
12	4,57	81,3740	836,8147	394,6460
13	4,98	91,2920	1007,7041	437,7701
14	5,40	101,6301	1196,5298	482,1017
15	5,81	112,3883	1403,7841	527,6408
16	6,23	123,5665	1629,9594	574,3875
17	6,64	135,1647	1875,5459	622,3222
18	7,06	147,1831	2140,9873	671,1776
19	7,47	159,6215	2426,5516	720,4638
20	7,89	172,4800	2732,3636	770,0273
21	8,30	185,7585	3058,5348	819,8862

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 308 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 3

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-1,9021	1,2137	-45,4638	102,0752
2	0,17	-8,5190	33,8954	-312,0167	258,0091
3	0,35	-72,0148	81,1827	-315,6565	452,6552
4	0,55	-93,8715	169,4850	0,0000	741,0995
5	0,75	0,0000	300,2223	0,0000	1303,8831
6	0,95	0,0000	466,7728	0,0000	2193,2296
7	1,15	0,0000	780,7755	0,0000	3248,8581
8	1,39	0,0000	1613,0217	0,0000	3241,5883
9	2,72	-3689,0894	0,0000	-1424,7211	0,0000
10	2,85	-3504,0558	0,0000	-1399,2328	0,0000
11	3,05	-3279,6730	0,0000	-1305,1355	0,0000
12	3,25	-3071,3686	0,0000	-1286,1214	0,0000
13	3,45	-2825,5276	0,0000	-1390,1804	0,0000
14	3,65	-2540,4721	0,0000	-1611,4053	0,0000
15	3,87	-2218,8280	0,0000	-1458,6510	0,0000
16	4,09	-1931,1833	0,0000	-1354,9364	0,0000
17	4,30	-1655,7340	0,0000	-1286,5077	0,0000
18	4,52	-1396,4244	0,0000	-1243,5682	0,0000
19	4,74	-1147,6993	0,0000	-1216,7152	0,0000
20	4,96	-907,9868	0,0000	-1210,9942	0,0000
21	5,18	-673,1372	0,0000	-1252,8123	0,0000
22	5,40	-464,7871	0,0000	-1358,8275	0,0000
23	5,60	-310,5571	0,0000	-989,2349	0,0000
24	5,80	-186,2522	0,0000	-647,1737	0,0000
25	6,00	-94,9173	0,0000	-434,9950	0,0000
26	6,20	-35,9146	6,0572	-272,7556	51,9561
27	6,50	0,0000	3,8643	-78,7248	36,9826

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-3,8253	6,1348	-60,3639	539,7614
2	0,40	-3,7033	58,4968	-623,7518	649,9819
3	0,80	-161,0666	125,6327	-1666,3926	647,7156
4	1,20	-291,8366	193,9016	-668,0592	787,0394
5	1,60	-125,5917	100,2271	-681,3683	1770,3073
6	2,00	-56,7232	142,9030	-543,7686	742,6564
7	2,40	-93,4075	194,4977	-231,3993	215,0479
8	2,80	-65,0302	143,4104	-729,6666	526,7639
9	3,20	-122,2932	82,5993	-1663,6028	650,7585
10	3,60	-278,2793	165,2727	-639,1034	639,1034
11	4,00	-122,2932	82,5993	-650,7585	1663,6028
12	4,40	-65,0302	143,4104	-526,7639	729,6666
13	4,80	-93,4075	194,4977	-215,0479	231,3993
14	5,20	-56,7232	142,9030	-742,6564	543,7686
15	5,60	-125,5917	100,2271	-1770,3073	681,3683
16	6,00	-291,8366	193,9016	-787,0394	668,0592
17	6,40	-161,0666	125,6327	-647,7156	1666,3926

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400	REL	01	A	309 di 326

18	6,80	-3,7033	58,4968	-649,9819	623,7518
19	7,20	-3,8253	6,1348	-539,7614	60,3639

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	594,6473	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	546,0147	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	235,5278	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,78	[m]	Y = -4,92	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,07	[°]		
Incremento sismico della spinta	416,3355	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,78	[m]	Y = -3,97	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	42,44	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,78	[m]	Y = -9,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	689,9918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,95	[m]	Y = -3,72	[m]
Inerzia del muro	96,4948	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-48,2474	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	169,3491	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-84,6746	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1194,1446	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1350,6557	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1350,6557	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1194,1446	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	2,93	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,94	[m]
Risultante in fondazione	1802,8456	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	41,48	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	3963,6640	[kNm]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 310 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,42	5,2973	5,4784	26,8675
3	0,83	11,0147	22,2462	54,9575
4	1,25	17,1521	50,7996	84,2579
5	1,66	23,7096	91,6313	114,7659
6	2,08	30,6872	145,2336	146,4814
7	2,49	38,0848	212,0989	179,4045
8	2,91	45,9025	292,7196	213,5351
9	3,32	54,1403	387,5881	248,8732
10	3,74	62,7981	497,1967	285,4189
11	4,15	71,8760	622,0378	323,1722
12	4,57	81,3740	762,6037	362,1330
13	4,98	91,2920	919,3869	402,3013
14	5,40	101,6301	1092,8797	443,6772
15	5,81	112,3883	1283,5746	486,2606
16	6,23	123,5665	1491,9638	530,0516
17	6,64	135,1647	1718,5375	575,0305
18	7,06	147,1831	1963,7396	620,9302
19	7,47	159,6215	2227,8379	667,2607
20	7,89	172,4800	2510,9572	713,8684
21	8,30	185,7585	2813,2092	760,7716

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 311 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 4

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-1,7065	1,1019	-41,1676	91,9716
2	0,17	-7,7190	30,5100	-281,9151	232,0057
3	0,35	-65,0977	72,9935	-285,5585	406,9399
4	0,55	-85,0823	152,3163	0,0000	666,2559
5	0,75	0,0000	269,7666	0,0000	1172,7988
6	0,95	0,0000	419,3807	0,0000	1974,0606
7	1,15	0,0000	701,7904	0,0000	2925,1063
8	1,39	0,0000	1451,0717	0,0000	2917,8371
9	2,72	-3797,0321	0,0000	-1476,9467	0,0000
10	2,85	-3605,5424	0,0000	-1451,3723	0,0000
11	3,05	-3362,3946	0,0000	-1367,0232	0,0000
12	3,25	-3132,9724	0,0000	-1343,1905	0,0000
13	3,45	-2874,5309	0,0000	-1423,3165	0,0000
14	3,65	-2585,7344	0,0000	-1595,5373	0,0000
15	3,87	-2263,2790	0,0000	-1461,0846	0,0000
16	4,09	-1969,9391	0,0000	-1368,1548	0,0000
17	4,30	-1691,4480	0,0000	-1303,9836	0,0000
18	4,52	-1427,0355	0,0000	-1265,6156	0,0000
19	4,74	-1173,1962	0,0000	-1240,3276	0,0000
20	4,96	-928,3707	0,0000	-1236,4707	0,0000
21	5,18	-688,2964	0,0000	-1281,4443	0,0000
22	5,40	-474,5978	0,0000	-1392,3091	0,0000
23	5,60	-317,0438	0,0000	-1012,7935	0,0000
24	5,80	-190,0605	0,0000	-661,7411	0,0000
25	6,00	-96,7778	0,0000	-444,6706	0,0000
26	6,20	-36,5497	6,5451	-278,8405	52,8022
27	6,50	0,0000	3,9111	-80,7343	39,1945

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-3,4074	5,5723	-54,3819	486,7202
2	0,40	-3,4112	52,7528	-562,1331	586,0268
3	0,80	-145,1880	130,1572	-1494,6911	604,3383
4	1,20	-263,0803	200,6166	-596,1846	701,9404
5	1,60	-113,2173	103,9497	-707,8054	1589,8136
6	2,00	-58,0742	128,8231	-490,2969	669,2602
7	2,40	-96,0162	175,3343	-208,7110	193,9691
8	2,80	-66,8212	129,2804	-657,5527	474,9705
9	3,20	-110,2445	85,4700	-1493,9020	676,7585
10	3,60	-250,8620	170,7269	-570,3420	570,3420
11	4,00	-110,2445	85,4700	-676,7585	1493,9020
12	4,40	-66,8212	129,2804	-474,9705	657,5527
13	4,80	-96,0162	175,3343	-193,9691	208,7110
14	5,20	-58,0742	128,8231	-669,2602	490,2969
15	5,60	-113,2173	103,9497	-1589,8136	707,8054
16	6,00	-263,0803	200,6166	-701,9404	596,1846
17	6,40	-145,1880	130,1572	-604,3383	1494,6911



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	312 di 326

18	6,80	-3,4112	52,7528	-586,0268	562,1331
19	7,20	-3,4074	5,5723	-486,7202	54,3819

COMBINAZIONE n° 5

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	594,6473	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	546,0147	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	235,5278	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,78	[m]	Y = -4,92	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,07	[°]		
Incremento sismico della spinta	521,9384	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,78	[m]	Y = -3,97	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,32	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,78	[m]	Y = -9,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	689,9918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,95	[m]	Y = -3,72	[m]
Inerzia del muro	96,4948	[kN]		
Inerzia verticale del muro	48,2474	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	169,3491	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	84,6746	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1291,1109	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1658,3269	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1658,3269	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1291,1109	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	2,52	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,19	[m]
Risultante in fondazione	2101,6697	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	37,90	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4180,0614	[kNm]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 313 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,42	5,2973	6,0917	29,8233
3	0,83	11,0147	24,6994	60,8690
4	1,25	17,1521	56,3194	93,1251
5	1,66	23,7096	101,4443	126,5888
6	2,08	30,6872	160,5665	161,2601
7	2,49	38,0848	234,1782	197,1389
8	2,91	45,9025	322,7720	234,2252
9	3,32	54,1403	426,8402	272,5191
10	3,74	62,7981	546,8751	312,0205
11	4,15	71,8760	683,3692	352,7295
12	4,57	81,3740	836,8147	394,6460
13	4,98	91,2920	1007,7041	437,7701
14	5,40	101,6301	1196,5298	482,1017
15	5,81	112,3883	1403,7841	527,6408
16	6,23	123,5665	1629,9594	574,3875
17	6,64	135,1647	1875,5459	622,3222
18	7,06	147,1831	2140,9873	671,1776
19	7,47	159,6215	2426,5516	720,4638
20	7,89	172,4800	2732,3636	770,0273
21	8,30	185,7585	3058,5348	819,8862

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 314 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 5

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-1,9021	1,2137	-45,4638	102,0752
2	0,17	-8,5190	33,8954	-312,0167	258,0091
3	0,35	-72,0148	81,1827	-315,6565	452,6552
4	0,55	-93,8715	169,4850	0,0000	741,0995
5	0,75	0,0000	300,2223	0,0000	1303,8831
6	0,95	0,0000	466,7728	0,0000	2193,2296
7	1,15	0,0000	780,7755	0,0000	3248,8581
8	1,39	0,0000	1613,0217	0,0000	3241,5883
9	2,72	-3689,0894	0,0000	-1424,7211	0,0000
10	2,85	-3504,0558	0,0000	-1399,2328	0,0000
11	3,05	-3279,6730	0,0000	-1305,1355	0,0000
12	3,25	-3071,3686	0,0000	-1286,1214	0,0000
13	3,45	-2825,5276	0,0000	-1390,1804	0,0000
14	3,65	-2540,4721	0,0000	-1611,4053	0,0000
15	3,87	-2218,8280	0,0000	-1458,6510	0,0000
16	4,09	-1931,1833	0,0000	-1354,9364	0,0000
17	4,30	-1655,7340	0,0000	-1286,5077	0,0000
18	4,52	-1396,4244	0,0000	-1243,5682	0,0000
19	4,74	-1147,6993	0,0000	-1216,7152	0,0000
20	4,96	-907,9868	0,0000	-1210,9942	0,0000
21	5,18	-673,1372	0,0000	-1252,8123	0,0000
22	5,40	-464,7871	0,0000	-1358,8275	0,0000
23	5,60	-310,5571	0,0000	-989,2349	0,0000
24	5,80	-186,2522	0,0000	-647,1737	0,0000
25	6,00	-94,9173	0,0000	-434,9950	0,0000
26	6,20	-35,9146	6,0572	-272,7556	51,9561
27	6,50	0,0000	3,8643	-78,7248	36,9826

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-3,8253	6,1348	-60,3639	539,7614
2	0,40	-3,7033	58,4968	-623,7518	649,9819
3	0,80	-161,0666	125,6327	-1666,3926	647,7156
4	1,20	-291,8366	193,9016	-668,0592	787,0394
5	1,60	-125,5917	100,2271	-681,3683	1770,3073
6	2,00	-56,7232	142,9030	-543,7686	742,6564
7	2,40	-93,4075	194,4977	-231,3993	215,0479
8	2,80	-65,0302	143,4104	-729,6666	526,7639
9	3,20	-122,2932	82,5993	-1663,6028	650,7585
10	3,60	-278,2793	165,2727	-639,1034	639,1034
11	4,00	-122,2932	82,5993	-650,7585	1663,6028
12	4,40	-65,0302	143,4104	-526,7639	729,6666
13	4,80	-93,4075	194,4977	-215,0479	231,3993
14	5,20	-56,7232	142,9030	-742,6564	543,7686
15	5,60	-125,5917	100,2271	-1770,3073	681,3683
16	6,00	-291,8366	193,9016	-787,0394	668,0592
17	6,40	-161,0666	125,6327	-647,7156	1666,3926

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	315 di 326

18	6,80	-3,7033	58,4968	-649,9819	623,7518
19	7,20	-3,8253	6,1348	-539,7614	60,3639

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	594,6473	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	546,0147	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	235,5278	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,78	[m]	Y = -4,92	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,07	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,78	[m]	Y = -9,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	689,9918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,95	[m]	Y = -3,72	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	546,0147	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1318,6757	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1318,6757	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	546,0147	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,76	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1427,2483	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22,49	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1003,3814	[kNm]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 316 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,42	5,2973	1,8001	9,1237
3	0,83	11,0147	7,5045	19,3667
4	1,25	17,1521	17,5667	30,7171
5	1,66	23,7096	32,4364	43,1719
6	2,08	30,6872	52,5634	56,7311
7	2,49	38,0848	78,3971	71,3948
8	2,91	45,9025	110,3871	87,1630
9	3,32	54,1403	148,9831	104,0356
10	3,74	62,7981	194,6347	122,0126
11	4,15	71,8760	247,7913	141,0941
12	4,57	81,3740	308,9027	161,2801
13	4,98	91,2920	378,4183	182,5704
14	5,40	101,6301	456,7878	204,9653
15	5,81	112,3883	544,4608	228,4646
16	6,23	123,5665	641,8869	253,0683
17	6,64	135,1647	749,5134	278,7568
18	7,06	147,1831	867,7413	305,2631
19	7,47	159,6215	996,7958	332,0971
20	7,89	172,4800	1136,7589	359,1051
21	8,30	185,7585	1287,6993	386,3056

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 317 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 6

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,8246	0,5980	-21,7784	46,4119
2	0,17	-4,1124	15,2468	-146,1902	114,7619
3	0,35	-33,9112	36,0716	-149,8687	200,8248
4	0,55	-45,4558	74,9097	0,0000	328,8055
5	0,75	0,0000	132,4545	0,0000	581,7627
6	0,95	0,0000	205,7093	0,0000	985,9110
7	1,15	0,0000	345,6791	0,0000	1465,4428
8	1,39	0,0000	720,9064	0,0000	1458,1792
9	2,72	-1349,3763	0,0000	-711,4270	86,2902
10	2,85	-1244,2774	0,0000	-686,7514	104,6601
11	3,05	-1139,6387	0,0000	-557,3694	0,0000
12	3,25	-1072,7183	0,0000	-526,2123	0,0000
13	3,45	-976,8043	0,0000	-590,0615	0,0000
14	3,65	-850,8011	0,0000	-759,1861	0,0000
15	3,87	-708,3093	0,0000	-634,9419	0,0000
16	4,09	-597,2702	0,0000	-544,0889	0,0000
17	4,30	-494,2516	0,0000	-477,6666	0,0000
18	4,52	-399,8511	0,0000	-420,0564	0,0000
19	4,74	-315,4475	0,0000	-366,2196	0,0000
20	4,96	-241,3930	0,0000	-314,3993	0,0000
21	5,18	-177,6901	0,0000	-268,7889	0,0000
22	5,40	-124,1878	0,0000	-224,5740	0,0000
23	5,60	-85,6043	0,0000	-184,5765	0,0000
24	5,80	-53,7738	0,0000	-149,1861	0,0000
25	6,00	-28,7502	0,0000	-115,9561	0,0000
26	6,20	-10,2023	0,0000	-83,6943	0,0000
27	6,50	0,0000	1,7297	-7,8520	0,0000

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-1,5233	3,1953	-27,3990	247,6724
2	0,40	-2,1010	26,8555	-284,2971	297,6928
3	0,80	-73,5982	6,2758	-723,0087	295,3761
4	1,20	-133,4301	0,0000	-273,6999	320,7130
5	1,60	-57,4263	6,4951	-247,0568	777,6106
6	2,00	0,0000	65,3428	-249,2284	338,3215
7	2,40	0,0000	88,9343	-106,4545	98,9683
8	2,80	0,0000	65,5742	-332,3945	241,4691
9	3,20	-55,9222	6,4846	-730,3138	239,3237
10	3,60	-127,2489	0,0000	-261,8472	261,8472
11	4,00	-55,9222	6,4846	-239,3237	730,3138
12	4,40	0,0000	65,5742	-241,4691	332,3945
13	4,80	0,0000	88,9343	-98,9683	106,4545
14	5,20	0,0000	65,3428	-338,3215	249,2284
15	5,60	-57,4263	6,4951	-777,6106	247,0568
16	6,00	-133,4301	0,0000	-320,7130	273,6999
17	6,40	-73,5982	6,2758	-295,3761	723,0087

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	318 di 326

18	6,80	-2,1010	26,8555	-297,6928	284,2971
19	7,20	-1,5233	3,1953	-247,6724	27,3990

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	628,8171	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	577,3900	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	249,0617	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,78	[m]	Y = -5,06	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,38	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,78	[m]	Y = -9,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	689,9918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,95	[m]	Y = -3,72	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	577,3900	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1332,2096	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1332,2096	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	577,3900	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,77	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1451,9510	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23,43	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1024,5571	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 319 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,42	5,2973	1,8001	9,1237
3	0,83	11,0147	7,5045	19,3667
4	1,25	17,1521	17,5667	30,7171
5	1,66	23,7096	32,4364	43,1719
6	2,08	30,6872	52,5634	56,7311
7	2,49	38,0848	78,3971	71,3948
8	2,91	45,9025	110,3871	87,1630
9	3,32	54,1403	148,9831	104,0356
10	3,74	62,7981	194,6347	122,0126
11	4,15	71,8760	247,7913	141,0941
12	4,57	81,3740	308,9027	161,2801
13	4,98	91,2920	378,4183	182,5704
14	5,40	101,6301	456,7878	204,9653
15	5,81	112,3883	544,4608	228,4646
16	6,23	123,5665	641,8869	253,0683
17	6,64	135,1647	749,5134	278,7568
18	7,06	147,1831	867,7413	305,2631
19	7,47	159,6215	996,7958	332,0971
20	7,89	172,4800	1136,7589	359,1051
21	8,30	185,7585	1287,6993	386,3056

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 320 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 7

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,8468	0,6107	-22,2674	47,5593
2	0,17	-4,2032	15,6311	-149,6078	117,7141
3	0,35	-34,6964	37,0012	-153,2846	206,0145
4	0,55	-46,4536	76,8586	0,0000	337,3022
5	0,75	0,0000	135,9118	0,0000	596,6451
6	0,95	0,0000	211,0891	0,0000	1010,7908
7	1,15	0,0000	354,6452	0,0000	1502,1941
8	1,39	0,0000	739,2904	0,0000	1494,9302
9	2,72	-1382,5948	0,0000	-720,0773	83,3211
10	2,85	-1276,5069	0,0000	-695,3826	101,4865
11	3,05	-1170,9295	0,0000	-566,1345	0,0000
12	3,25	-1102,4092	0,0000	-536,6934	0,0000
13	3,45	-1004,5300	0,0000	-601,8043	0,0000
14	3,65	-876,1731	0,0000	-773,0542	0,0000
15	3,87	-730,9286	0,0000	-647,7402	0,0000
16	4,09	-617,2964	0,0000	-556,4957	0,0000
17	4,30	-511,6654	0,0000	-489,9679	0,0000
18	4,52	-414,6298	0,0000	-432,3983	0,0000
19	4,74	-327,5897	0,0000	-378,7322	0,0000
20	4,96	-250,9271	0,0000	-327,2576	0,0000
21	5,18	-184,7226	0,0000	-278,9136	0,0000
22	5,40	-128,9479	0,0000	-233,2864	0,0000
23	5,60	-87,5238	0,0000	-191,6105	0,0000
24	5,80	-54,1924	0,0000	-153,3463	0,0000
25	6,00	-28,3936	0,0000	-115,7711	0,0000
26	6,20	-9,9586	0,0000	-78,7933	0,0000
27	6,50	0,0000	1,7521	-5,5719	0,0000

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-1,5707	3,2000	-28,0789	253,6869
2	0,40	-1,8191	27,5075	-291,2934	304,9519
3	0,80	-75,4007	6,3428	-742,3396	302,6374
4	1,20	-136,6945	0,0000	-281,7554	330,2130
5	1,60	-58,8310	6,5647	-253,1282	797,9962
6	2,00	0,0000	66,9411	-255,2974	346,6550
7	2,40	0,0000	91,1097	-109,0275	101,3587
8	2,80	0,0000	67,1782	-340,5825	247,3476
9	3,20	-57,2899	6,5527	-749,4773	245,2046
10	3,60	-130,3612	0,0000	-269,5524	269,5524
11	4,00	-57,2899	6,5527	-245,2046	749,4773
12	4,40	0,0000	67,1782	-247,3476	340,5825
13	4,80	0,0000	91,1097	-101,3587	109,0275
14	5,20	0,0000	66,9411	-346,6550	255,2974
15	5,60	-58,8310	6,5647	-797,9962	253,1282
16	6,00	-136,6945	0,0000	-330,2130	281,7554
17	6,40	-75,4007	6,3428	-302,6374	742,3396

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0400		01	A	321 di 326

18	6,80	-1,8191	27,5075	-304,9519	291,2934
19	7,20	-1,5707	3,2000	-253,6869	28,0789

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	641,1209	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	588,6876	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	253,9350	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,78	[m]	Y = -5,10	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,94	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,78	[m]	Y = -9,60	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	689,9918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,95	[m]	Y = -3,72	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	588,6876	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1337,0829	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1337,0829	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	588,6876	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,78	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1460,9394	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23,76	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1036,4451	[kNm]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 322 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,42	5,2973	1,8001	9,1237
3	0,83	11,0147	7,5045	19,3667
4	1,25	17,1521	17,5667	30,7171
5	1,66	23,7096	32,4364	43,1719
6	2,08	30,6872	52,5634	56,7311
7	2,49	38,0848	78,3971	71,3948
8	2,91	45,9025	110,3871	87,1630
9	3,32	54,1403	148,9831	104,0356
10	3,74	62,7981	194,6347	122,0126
11	4,15	71,8760	247,7913	141,0941
12	4,57	81,3740	308,9027	161,2801
13	4,98	91,2920	378,4183	182,5704
14	5,40	101,6301	456,7878	204,9653
15	5,81	112,3883	544,4608	228,4646
16	6,23	123,5665	641,8869	253,0683
17	6,64	135,1647	749,5134	278,7568
18	7,06	147,1831	867,7413	305,2631
19	7,47	159,6215	996,7958	332,0971
20	7,89	172,4800	1136,7589	359,1051
21	8,30	185,7585	1287,6993	386,3056

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 323 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 8

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 7.20 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M _{ymin}	M _{ymax}	T _{ymin}	T _{ymax}
1	0,00	-0,8556	0,6157	-22,4625	48,0172
2	0,17	-4,2395	15,7845	-150,9718	118,8923
3	0,35	-35,0098	37,3722	-154,6480	208,0858
4	0,55	-46,8518	77,6365	0,0000	340,6934
5	0,75	0,0000	137,2916	0,0000	602,5848
6	0,95	0,0000	213,2362	0,0000	1020,7206
7	1,15	0,0000	358,2237	0,0000	1516,8620
8	1,39	0,0000	746,6277	0,0000	1509,5979
9	2,72	-1396,9349	0,0000	-723,8354	81,4528
10	2,85	-1290,4294	0,0000	-699,1315	99,4946
11	3,05	-1184,4201	0,0000	-570,0059	0,0000
12	3,25	-1115,1623	0,0000	-541,2957	0,0000
13	3,45	-1016,4151	0,0000	-606,8886	0,0000
14	3,65	-887,0507	0,0000	-778,8942	0,0000
15	3,87	-740,6377	0,0000	-653,1699	0,0000
16	4,09	-625,8904	0,0000	-561,7889	0,0000
17	4,30	-519,1374	0,0000	-495,2302	0,0000
18	4,52	-420,9711	0,0000	-437,6856	0,0000
19	4,74	-332,7999	0,0000	-384,0970	0,0000
20	4,96	-255,0183	0,0000	-332,7736	0,0000
21	5,18	-187,7404	0,0000	-283,2581	0,0000
22	5,40	-131,0138	0,0000	-237,0247	0,0000
23	5,60	-88,3479	0,0000	-194,6281	0,0000
24	5,80	-54,3721	0,0000	-155,1033	0,0000
25	6,00	-28,2405	0,0000	-115,6540	0,0000
26	6,20	-9,9951	0,0000	-76,6777	0,0000
27	6,50	0,0000	1,7661	-4,8252	0,0000

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M _{xmin}	M _{xmax}	T _{xmin}	T _{xmax}
1	0,00	-1,5896	3,2017	-28,3503	256,0874
2	0,40	-1,6955	27,7677	-294,0857	307,8491
3	0,80	-76,1200	6,3671	-750,0573	305,5355
4	1,20	-137,9973	0,0000	-284,9722	334,0072
5	1,60	-59,3917	6,5899	-255,5513	806,1340
6	2,00	-0,0112	67,5790	-257,7196	349,9809
7	2,40	0,0000	91,9779	-110,0545	102,3127
8	2,80	0,0000	67,8184	-343,8503	249,6938
9	3,20	-57,8358	6,5774	-757,1274	247,5517
10	3,60	-131,6034	0,0000	-272,6293	272,6293
11	4,00	-57,8358	6,5774	-247,5517	757,1274
12	4,40	0,0000	67,8184	-249,6938	343,8503
13	4,80	0,0000	91,9779	-102,3127	110,0545
14	5,20	-0,0112	67,5790	-349,9809	257,7196
15	5,60	-59,3917	6,5899	-806,1340	255,5513
16	6,00	-137,9973	0,0000	-334,0072	284,9722
17	6,40	-76,1200	6,3671	-305,5355	750,0573



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 324 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

18	6,80	-1,6955	27,7677	-307,8491	294,0857
19	7,20	-1,5896	3,2017	-256,0874	28,3503

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 325 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,42	5,2973	5,2973	2,3564	6,0917	11,8608	29,8233
3	0,83	11,0147	11,0147	9,8228	24,6994	25,1767	60,8690
4	1,25	17,1521	17,1521	22,9912	56,3194	39,9322	93,1251
5	1,66	23,7096	23,7096	42,4491	101,4443	56,1234	126,5888
6	2,08	30,6872	30,6872	68,7835	160,5665	73,7505	161,2601
7	2,49	38,0848	38,0848	102,5816	234,1782	92,8133	197,1389
8	2,91	45,9025	45,9025	144,4305	322,7720	113,3119	234,2252
9	3,32	54,1403	54,1403	194,9171	426,8402	135,2463	272,5191
10	3,74	62,7981	62,7981	254,6287	546,8751	158,6164	312,0205
11	4,15	71,8760	71,8760	324,1523	683,3692	183,4224	352,7295
12	4,57	81,3740	81,3740	404,0749	836,8147	209,6641	394,6460
13	4,98	91,2920	91,2920	494,9838	1007,7041	237,3416	437,7701
14	5,40	101,6301	101,6301	597,4660	1196,5298	266,4549	482,1017
15	5,81	112,3883	112,3883	712,1085	1403,7841	297,0039	527,6408
16	6,23	123,5665	123,5665	839,4985	1629,9594	328,9888	574,3875
17	6,64	135,1647	135,1647	980,2203	1875,5459	362,3839	622,3222
18	7,06	147,1831	147,1831	1134,7976	2140,9873	396,8420	671,1776
19	7,47	159,6215	159,6215	1303,5259	2426,5516	431,7262	720,4638
20	7,89	172,4800	172,4800	1486,5142	2732,3636	466,8367	770,0273
21	8,30	185,7585	185,7585	1683,8548	3058,5348	502,1973	819,8862

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,42	5,2973	5,2973	1,8001	1,8001	9,1237	9,1237
3	0,83	11,0147	11,0147	7,5045	7,5045	19,3667	19,3667
4	1,25	17,1521	17,1521	17,5667	17,5667	30,7171	30,7171
5	1,66	23,7096	23,7096	32,4364	32,4364	43,1719	43,1719
6	2,08	30,6872	30,6872	52,5634	52,5634	56,7311	56,7311
7	2,49	38,0848	38,0848	78,3971	78,3971	71,3948	71,3948
8	2,91	45,9025	45,9025	110,3871	110,3871	87,1630	87,1630
9	3,32	54,1403	54,1403	148,9831	148,9831	104,0356	104,0356
10	3,74	62,7981	62,7981	194,6347	194,6347	122,0126	122,0126
11	4,15	71,8760	71,8760	247,7913	247,7913	141,0941	141,0941
12	4,57	81,3740	81,3740	308,9027	308,9027	161,2801	161,2801
13	4,98	91,2920	91,2920	378,4183	378,4183	182,5704	182,5704
14	5,40	101,6301	101,6301	456,7878	456,7878	204,9653	204,9653
15	5,81	112,3883	112,3883	544,4608	544,4608	228,4646	228,4646
16	6,23	123,5665	123,5665	641,8869	641,8869	253,0683	253,0683
17	6,64	135,1647	135,1647	749,5134	749,5134	278,7568	278,7568
18	7,06	147,1831	147,1831	867,7413	867,7413	305,2631	305,2631
19	7,47	159,6215	159,6215	996,7958	996,7958	332,0971	332,0971
20	7,89	172,4800	172,4800	1136,7589	1136,7589	359,1051	359,1051
21	8,30	185,7585	185,7585	1287,6993	1287,6993	386,3056	386,3056

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di Sostegno-Sottoscarpa in destra da 7+007.25 a 7+104.72 – Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OSO400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 326 di 326
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.
- Calcolo della portanza assiale e trasversale dei pali. Progetto e verifica delle armature dei pali inseriti.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.